

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA
2019/2020, 1.ª Edição



TII

**O OPERADOR DE UAS (*UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM*) NO
CONTEXTO MILITAR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO ATUAL
AMBIENTE OPERACIONAL**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

Luís Miguel Cabeça Marques
CAP/TMAEQ



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

O OPERADOR DE UAS (*UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM*)
NO CONTEXTO MILITAR: DESAFIOS E
OPORTUNIDADES NO ATUAL AMBIENTE
OPERACIONAL

CAP/TMAEQ Luís Miguel Cabeça Marques

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2019/20, 1.^a Edição

Pedrouços 2020



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**O OPERADOR DE UAS (*UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM*)
NO CONTEXTO MILITAR: DESAFIOS E
OPORTUNIDADES NO ATUAL AMBIENTE
OPERACIONAL**

CAP/TMAEQ Luís Miguel Cabeça Marques

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2019/2020, 1ª Edição

Orientador: MAJ/TMAEQ Paula Alexandra Veiga Gonçalves

Coorientador: TCOR/ENGEL Pedro Miguel da Silva Costa



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Luís Miguel Cabeça Marques**, declaro por minha honra que o documento intitulado **O operador de UAS (*Unmanned Aircraft System*) no contexto militar: desafios e oportunidades no atual ambiente operacional** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Promoção a Oficial Superior da Força Aérea 2019/2020 – 1.^a Edição** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **31 de janeiro de 2020**

Luís Miguel Cabeça Marques



Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer a todos os entrevistados pelo apoio e colaboração prestada, sem eles este trabalho não seria possível realizar.

À minha orientadora, MAJ Paula Gonçalves, quero expressar o meu sincero agradecimento, pela disponibilidade e encorajamento que demonstrou ao longo deste percurso. Pelo exemplo que representa e pela confiança que não hesitou depositar em mim.

Ao meu coorientador TCOR Silva Costa por todo o apoio e disponibilidade.

Ao TCOR Cosme, Diretor de Curso do CPOS-FA 2019/20, 1.^a Edição, pelo entusiasmo e preocupação por cada elemento do curso.

Aos meus camaradas de curso, de todos os ramos e GNR, com quem tive o prazer de partilhar experiências, momentos de amizade e crescimento pessoal, nos momentos de reflexão que foram surgindo ao longo do curso.

A todos os meus amigos, em especial à Soraia e Cláudia pelos conselhos e sugestões.

Aos meus avós, por todo o amor.

À minha mãe, pelo seu amor incondicional e presença constante na minha vida, pelo apoio que nunca me negou, como a empatia e a paciência.

À Regina, por ser quem me acompanha e me ouve, encoraja e dá força para seguir neste caminho nem sempre fácil.

Finalmente, aos meus filhos Tomás e Simão, que me inspiram todos os dias e me oferecem muito mais do que alguma vez conseguirão imaginar. Penso naqueles momentos em que eles dormem, como gostaria de estar junto deles, sempre! Espero compensar todas as minhas ausências que se tornam presenças imensas com a vossa boa disposição, fazem-me sentir o melhor pai do mundo.



Índice

1. Introdução	9
2. Enquadramento teórico e conceptual	13
2.1. Estado da arte e conceitos estruturantes	13
2.1.1. Operador de UAS no contexto militar	13
2.1.2. Ambiente operacional	13
2.1.3. Fatores humanos	13
2.2. Os operadores de UAS nas FFAA portuguesas e na Força Aérea Belga	18
2.3. Modelo de Análise	21
3. Metodologia e Método	23
3.1. Metodologia	23
3.2. Método	23
3.2.1. Participantes e procedimento	23
3.2.2. Instrumentos de recolha de dados	24
3.2.3. Técnicas de tratamento dos dados	24
4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados	25
4.1. Caracterização dos entrevistados	25
4.2. Fatores humanos que influenciam o desempenho do operador de UAS	26
4.2.1. Perceção global dos informadores qualificados	26
4.2.2. Perceção dos operadores de UAS da FA	28
4.2.3. Síntese conclusiva e resposta à QD1	30
4.3. Oportunidades de melhoria que podem contribuir para melhorar o desempenho dos operadores de UAS	30
4.3.1. Análise das oportunidades de melhoria	31
4.3.2. Síntese conclusiva e resposta à QD2	33
4.4. Principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores de UAS das FFAA em ambiente operacional, e resposta à QC	33
5. Conclusões	37
Referências Bibliográficas	43



Índice de Apêndices

Apêndice A — Descrição dos componentes de UAS e classificação NATO.	Apd A-1
Apêndice B — Oportunidades de melhoria na operação de UAS (literatura).....	Apd B-1
Apêndice C — Lista de entrevistados (fase exploratória) e descrição de funções dos operadores de UAS.	Apd C-1
Apêndice D — Mapa conceitual.	Apd D-1
Apêndice E — Guião de entrevista aos responsáveis pela operação dos UAS nos três ramos das FFAA portuguesas.	Apd E-1
Apêndice F — Guião de entrevista efetuada aos operadores de UAS da FA.	Apd F-1
Apêndice G — Guião de entrevista ao responsável pelo Destacamento UAS da FAB	Apd G-1
Apêndice H — Fatores Humanos identificados pelos IQ e Operadores de UAS.....	Apd H-1

Índice de tabelas

Tabela 1 – Lista de entrevistados responsáveis pela operação de UAS.	24
Tabela 2 – Oportunidades de melhoria apresentadas pelos IQs.	30
Tabela 3 – Componentes que constituem um UAS.	Apd A-1
Tabela 4 – Classificação de UAS.	Apd A-1
Tabela 5 – Lista de entrevistados (fase exploratória).	Apd C-1
Tabela 6 – Descrição das funções dos elementos que operam os UAS nas FFAA portuguesas.	Apd C-1
Tabela 7 – FH identificados pelo IQ do Exército com influência negativa	Apd H-1
Tabela 8 – FH identificados pelos IQ da FA com influência positiva.	Apd H-1
Tabela 9 – FH identificados negativamente pelos IQ da FA no domínio cognitivo.	Apd H-1
Tabela 10 – FH identificados pelo IQ do Destacamento Belga com influência negativa.	Apd H-2
Tabela 11 – Quadro síntese dos FH que influenciaram positivamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio organizacional.	Apd H-2
Tabela 12 – Quadro síntese dos FH que influenciaram positivamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio físico.....	Apd H-2
Tabela 13 – Quadro síntese dos FH que influenciaram positivamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio cognitivo.	Apd H-3



Tabela 14 – Quadro síntese dos FH que influenciaram negativamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio cognitivo.	Apd H-3
Tabela 15 – Quadro síntese dos FH que influenciaram negativamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio organizacional.	Apd H-4
Tabela 16 – Quadro síntese dos FH que influenciaram negativamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio físico.	Apd H-4
Tabela 17 – Oportunidades de melhoria/categoria “Organização temporal do trabalho” apresentadas pelos operadores da FA.	Apd H-4
Tabela 18 – Oportunidades de melhoria/categoria “Treino e qualificações” apresentadas pelos operadores da FA.	Apd H-5
Tabela 19 – Oportunidades de melhoria/categoria “Interface sistema-homem” apresentadas pelos operadores da FA.	Apd H-5
Tabela 20 – Oportunidades de melhoria/categoria “Formação” apresentadas pelos operadores da FA.	Apd H-5
Tabela 21 – Oportunidades de melhoria/categoria “Recursos humanos” apresentadas pelos operadores da FA.	Apd H-5
Tabela 22 - Oportunidades de melhoria/categoria “Liderança” apresentadas pelos operadores da FA.	Apd H-5

Índice de Figuras

Figura 1 – Responsabilidades de um operador / piloto de UAS.	15
Figura 2 – Requisitos de seleção e qualificações dos operadores de UAS da FA e da FAB.	19
Figura 3 – Caracterização dos operadores de UAS das FFAA portuguesas e FAB.	20
Figura 4 – Funções e organização do trabalho dos operadores de UAS das FFAA.	21
Figura 5 – FH que influenciam positivamente/negativamente o desempenho dos operadores de UAS, de acordo com a perceção dos IQ e dos operadores (FH agrupados em domínios e por ordem do maior número de referências).	30
Figura 6 – Quadro resumo dos desafios de FH e inter-relações identificadas através das entrevistas e literatura.	36



Resumo

A utilização dos *Unmanned Aircraft Systems* (UAS) apresenta um conjunto de desafios relacionados com a separação homem-aeronave, nomeadamente a ausência de pistas sensoriais, a necessidade de monitorização do estado dos *links* e a transferência de controlo.

No atual contexto militar as Forças Armadas (FFAA) portuguesas deram início às primeiras missões operacionais com UAS. Com o objetivo de analisar os desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores de UAS das FFAA em ambiente operacional, desenvolveu-se um estudo de caso de raciocínio indutivo e qualitativo, através de entrevistas a informadores qualificados das FFAA e do Destacamento UAS Belga, bem como a operadores da Força Aérea. Da análise dos resultados foi possível identificar um conjunto de desafios, de cariz multidimensional e interrelacionados, designadamente: falta de treino; *Crew Resource Management* (CRM); tomada de decisão em situações críticas; consciência situacional; excesso de confiança na automação; carga cognitiva; fadiga; monitorização; *stress*; procedimentos; organização temporal do trabalho; recursos humanos; *design* do local de trabalho; postura; e fatores ambientais. Foram também formuladas oportunidades de melhoria das quais se destacam a necessidade de: treino regular; curso CRM; rotatividade e descanso do pessoal; definir períodos máximos de operação/missão; e procedimentos padronizados.

Palavras-chave: *Unmanned Aircraft System*; Operador de UAS; Contexto militar; Fatores Humanos.



Abstract

The use of Unmanned Aircraft Systems (UAS) presents a set of challenges related to the man-aircraft separation, namely the absence of sensory cues, the need to monitor the status of the links and the control transfer.

In the current military context, the Portuguese Armed Forces (PAF) started the first operational missions with UAS. With the purpose of investigating the main human related factors that UAS operators of PAF are challenged with, through an inductive and qualitative approach, a case-study research was designed, through interviews to key informants of PAF, Belgian UAS Detachment and to Portuguese Air Force operators.

The investigations results allowed the identification of multidimensional and interrelated challenges as training, Crew Resource Management, decision-making, situational awareness, overconfidence on automation, human-system interface, cognitive workload, fatigue, monitoring, stress, procedures, working time management, human resources, control station design, posture and environmental factors.

Improvement opportunities were also formulated, with emphasis on the need for: regular training; CRM course; staff turnover and rest; define maximum periods of operation / mission; and standardized procedures.

Keywords: *Unmanned Aircraft System; UAS operator; Military context; Human factors.*



1. Introdução

Os *Unmanned Aircraft Systems* (UAS) assumem cada vez mais um papel de destaque em missões de natureza militar e civil (**duplo uso**) (Morgado, 2016).

Considerando a tipologia de missões atribuídas às Forças Armadas (FFAA) portuguesas e as ameaças à segurança nacional, o Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN) atribui prioridade a determinadas capacidades, entre as quais: os “**multiplicadores de forças**” que permitam ampliar “[...] a capacidade operacional e a sobrevivência das tropas; aos meios que melhorem as capacidades de vigilância e controlo dos espaços aéreo e marítimo à nossa responsabilidade” (Presidência do Conselho de Ministros [PCM], 2013, p. 51 e 52).

Está-se perante um contexto em que se torna fundamental equacionar o emprego de UAS nas áreas de Defesa e de Segurança, constituindo-se como relevantes em ambientes designados por “*dull, dirty and dangerous*”, e.g. missões de *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR)*, ambientes contaminados ou “altamente defendidos e arriscados para o piloto” (Vicente, 2011).

Atualmente as FFAA enfrentam novos desafios decorrentes da participação em missões nacionais e internacionais com emprego de UAS.

A Força Aérea (FA) entre 2018 e 2019 esteve envolvida¹, em missões de avaliação operacional com UAS (Wingo Ogassa). A primeira na ilha de Brac, Croácia, numa operação da *European Maritime Safety Agency* (EMSA), para prestação de serviços de vigilância marítima (VIMAR), e a segunda, entre junho e setembro de 2019, na serra da Lousã, com o primeiro empenhamento operacional de UAS de vigilância terrestre (VITER), cujo objetivo foi detetar focos de incêndio, reacendimentos e monitorizar as fases de rescaldo. Face ao êxito destas missões, ficaram estabelecidas² como missões primárias: o apoio à vigilância (VIMAR e VITER), o combate e rescaldo de incêndios rurais e outras missões de interesse público (MIC), tendo sido proposta a criação no Comando Aéreo (CA) de um núcleo UAS (NUAS) e o desenvolvimento de capacidade própria de UAS até 2022 (classe 1) (C. Silva, entrevista presencial, 22 de outubro 2019).

Os mini *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Raven do Exército estão a ser utilizados pela primeira vez na Missão Multidimensional Integrada das Nações Unidas para a Estabilização da República Centro-Africana (MINUSCA), a qual teve início em setembro

¹ Em consórcio com as empresas UAVision e Deimos.

² Despacho do Chefe de Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA) ao Relatório de missão (CA, 2019).



de 2019, com uma duração de 6 meses. O Exército prevê a revisão do quadro orgânico do Regimento de Artilharia n.º 5 com o objetivo de implementar um “Centro de reconhecimento de UAS” (J. Chora, entrevista presencial, 29 de outubro 2019).

Atualmente a Marinha participa na missão Mar Aberto na costa ocidental africana, em que um dos objetivos é testar a operação do UAS Spyro a partir do navio. Em 2020 está previsto, no âmbito do exercício *Swordfish*, um destacamento operacional Wingo Ogassa (H. Cabral, entrevista presencial, 11 de outubro 2019).

A exigência destas novas missões das FFAA, não depende apenas do equipamento ao seu dispor, o *Unmanned Aircraft* (UA), assumindo-se como fundamental a adequação dos recursos humanos a empregar (PCM, 2013, p. 1991).

A evolução tecnológica e o desenvolvimento da automação nestes sistemas levariam a acreditar que o papel do indivíduo seria cada vez menos relevante, perpetuado pelo uso do termo “não tripulado” o que significaria nenhum humano no sistema, contudo, os UAS são sistemas complexos que exigem muito envolvimento humano (Cooke, 2006).

Segundo Hobbs (2016), as tarefas dos operadores vão desde a necessidade de monitorizar os *links* de controlo, evitar colisões com outras aeronaves na ausência do ambiente visual e transferir o controlo entre estações, as quais exigem novos requisitos do sistema UAS.

Desde o início da presente década que os UAS, no âmbito das FFAA, têm sido objeto de análise em trabalhos académicos e publicações, no entanto no que diz respeito ao elemento humano, enquanto componente dos UA, e sobre os FH em particular, não foi feito nenhum estudo global e aprofundado.

Considerando as limitações temporais para levar a efeito o presente trabalho de investigação individual, não é possível abordar o “elemento humano” em todas as suas dimensões. Assim, a investigação em curso incidirá na temática dos FH que influenciam o desempenho dos operadores de UAS em ambiente operacional.

Pretende-se com a presente investigação dar um contributo para aprofundar e complementar os estudos elaborados no contexto supranacional e por outro lado, conhecer e analisar a realidade nacional nas FFAA e extrair possíveis implicações relativamente ao impacto dos FH nas operações de UAS. A outro nível poderá servir como oportunidade para formular medidas que contribuam para mitigar os desafios identificados.

O presente trabalho de investigação individual (TII) tem como objeto os operadores de UAS, e está delimitado, conforme Santos e Lima (2016), nos domínios:



- Temporal, à atualidade (até janeiro de 2020);
- Espacial, às FFAA;
- De conteúdo, aos FH e à sua relação com o desempenho dos operadores de UAS em ambiente operacional.

Pelo acima referido, é objetivo geral (**OG**) deste TII, *analisar os principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores de UAS das FFAA em ambiente operacional*, e são objetivos específicos (OE):

OE1: Analisar os FH que influenciam o desempenho dos operadores de UAS;

OE2: Formular oportunidades de melhoria.

Um conjunto de objetivos plasmados na questão central (**QC**) à presente investigação, *Quais os principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores das FFAA em ambiente operacional?*

No que concerne à estrutura, este estudo organiza-se em cinco capítulos. O primeiro, correspondente a esta introdução. O segundo, destinado à revisão de literatura, apresentação dos conceitos estruturantes, enquadramento dos operadores de UAS nas FFAA e o modelo de análise. O terceiro, referente à metodologia e ao método utilizado, com identificação dos participantes, procedimento, instrumentos de recolha de dados e técnicas de análise de dados. O quarto, respeitante à análise dos dados e discussão de resultados, e resposta às questões de investigação definidas. O quinto e último capítulo, destinado às conclusões, contributos para o conhecimento, limitações, sugestões para estudos futuros e recomendações de ordem prática.





2. Enquadramento teórico e conceptual

Neste capítulo apresenta-se a revisão da literatura, os conceitos, a caracterização dos operadores de UAS das FFAA portuguesas e do destacamento de UAS da Força Aérea Belga (FAB), a descrição das funções e organização do trabalho, e o modelo de análise.

2.1. Estado da arte e conceitos estruturantes

A este nível, aduzem-se conteúdos destinados a consolidar o quadro de referência desta investigação.

2.1.1. Operador de UAS no contexto militar

O UAS é um “*system whose components include the unmanned aircraft, the supporting network and all equipment and personnel necessary to control the unmanned aircraft*” (NATO, 2019a). No Apêndice A são descritos os vários componentes do UAS (Tabela 3), nomeadamente o elemento humano onde está inserido o operador de UAS, bem como a classificação UAS da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO) (Tabela 4).

O operador de UAS ou *Internal Pilot* (IP) pode ser definido como: “*The individual responsible for controlling an unmanned aircraft system*” (Ibidem, 2019a). Os militares treinados de acordo com os níveis I e II da *Basic UAS Qualifications* (BUQ) são denominados “operadores” de UAS, enquanto os militares treinados de acordo com os padrões equivalentes de uma aeronave tripulada, níveis III e IV, são designados “pilotos” de UAS. Um UAS controlado por um piloto designa-se por *Remotely Piloted Aircraft System* (RPAS)³, subconjunto de todos os UAS (Ibidem, 2019a). Organizações como a *International Civil Aviation Organization* (ICAO), *European Commission* (EC) e *Federal Aviation Administration* (FAA), referem-se à pessoa que opera o UAS como *Remote Pilot* (CE, 2019, p. 8; ICAO, 2015, p. xviii; FAA, 2016).

2.1.2. Ambiente operacional

O ambiente operacional pode ser definido como “o conjunto de condições, circunstâncias e influências que afetam o emprego de forças militares e influem nas decisões do Comandante” (JCS, 2020, p. 160). Inclui cinco domínios: ar, terra, mar, espaço e informação (Exército Português [EP], 2012, p. B(2)). O espectro de desafios varia consoante o domínio em que o UA está inserido.

2.1.3. Fatores humanos

Na aviação o elemento humano é o mais flexível, adaptável e valioso, contudo, é também o mais vulnerável a influências que poderão afetar o seu desempenho,

³ A plataforma designa-se por *Remoted Piloted Aircraft* (RPA).



nomeadamente em situações de trabalho e de vida, na relação da pessoa com as máquinas, procedimentos e meio ambiente que a afetam, bem como no relacionamento entre pessoas (ICAO, 1998, p.1).

A FAA (2016, p. G-15) define FH como “um campo multidisciplinar que abrange as ciências comportamentais e sociais, engenharia e fisiologia, para considerar as variáveis que influenciam o desempenho individual e da equipa com o objetivo de otimizar o desempenho humano e reduzir erros”.

A especificidade dos atributos humanos e a compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema pode ser analisada a partir de domínios de especialização dos FH. A *International Ergonomics Association* (IEA) definiu três domínios: físico, cognitivo e organizacional.

O **domínio físico**: relacionado com as características da anatomia humana, comportamento fisiológico e limitações de movimentos (*Human Factors and Ergonomics Society* [HFES], 2007), inclui: “a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde” (IEA, 2019).

O **domínio cognitivo**: relacionado com a percepção humana, limitações da memória, processamento da informação e capacidades de resposta (Hollnagel, 2003), inclui: “a carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem-computador, stress e treino, relacionados ao design do sistema-homem” (IEA, 2019).

O **domínio organizacional**: relacionado com a interação na organização, cultura, políticas, procedimentos e apoio (Reason, 1990), inclui: “as comunicações, Crew Resource Management (CRM) - domínio aeronáutico, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho de equipa, projeto participativo, ergonomia comunitária e trabalho cooperativo novos paradigmas do trabalho, cultura organizacional [...] e gestão da qualidade” (IEA, 2019).

O estudo dos FH tem como objetivo melhorar o bem-estar, a eficiência, a produtividade e a segurança no ambiente aeronáutico, o que se reflete em controlo de custos e segurança contínua (ICAO, 2003).

A proliferação do emprego de UAS em missões militares apresenta uma multiplicidade de desafios ao nível dos FH (Porat, Oron-Gilad, Rottem-Hovev & Silbiger, 2016). Embora existam tarefas comuns à operação de aeronaves tripuladas, o facto do operador de UAS se encontrar afastado do UA leva a que este tenha responsabilidades e desafios únicos, como



e.g. a monitorização do estado dos *links*, transferência de controlo e término do voo (Figura 1).

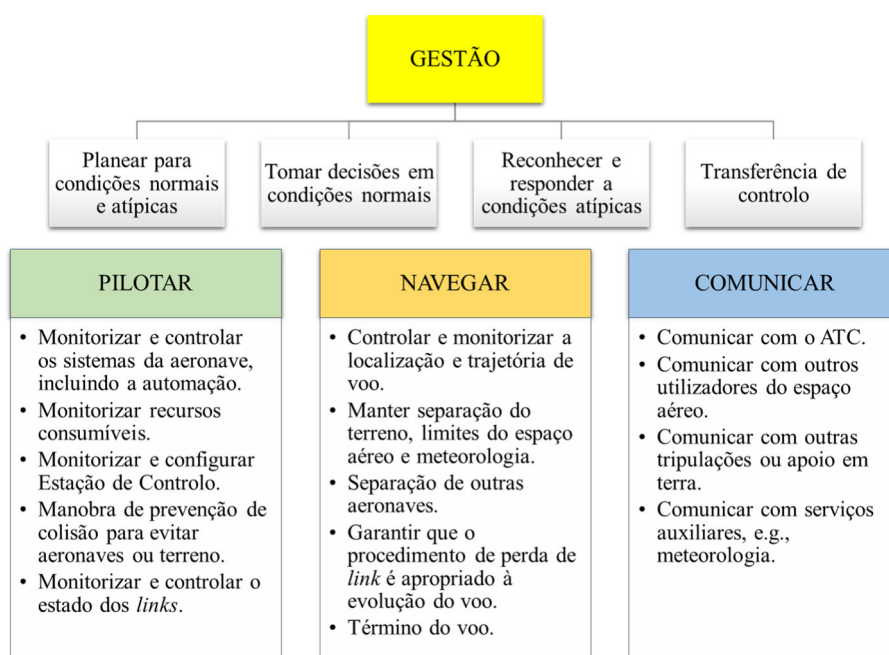


Figura 1 – Responsabilidades de um operador / piloto de UAS.

Fonte: Adaptado a partir de Hobbs (2016).

A investigação no âmbito dos UAS tem reunido um conjunto de evidências relativas a FH que influenciam o desempenho dos operadores de UAS. A partir de uma seleção bibliográfica sobre o tema, apresentam-se um conjunto de FH / desafios associados à operação de UAS⁴, destacando-se a inter-relação entre eles.

Interface sistema-homem. Foram detetados problemas na forma como os pilotos interpretam os *displays* da *Ground Control Station* (GCS), ao nível do piloto automático e alarmes/alertas, que se traduzem em dificuldades em reportar atempadamente a situação aos órgãos de *Air Traffic Control* (ATC) (Cardosi & Lennertz, 2017). Há também referências ao uso generalizado de interfaces baseadas em produtos de consumo que aumentam o risco de falta de consistência e integração entre equipamentos. A colocação de mais monitores na estação de controlo (informação adicional), criando o **ambiente** de escritório, sem considerar as premissas que são normalmente atendidas num *cockpit* tradicional, poderá dificultar o cumprimento de “*sterile cockpit procedures*” (Hobbs, 2016).

⁴ *Vd.* Apêndice B, para informação mais detalhada sobre os FH aqui apresentados e de mais três FH (*External Piloting*, Desorientação espacial e Término de voo), oportunidades de melhoria apontadas, sempre que tenham sido feitas.



Crew Resource Management (CRM). A falta de conhecimentos e *skills* ao nível de CRM, que engloba áreas como a **liderança, cooperação, comunicação, consciência situacional e tomada de decisão**, poderá influenciar o desempenho da equipa e em última análise a operação segura e eficiente da aeronave. (Tomczyk, s.d.; Ebermann & Scheiderer, 2012).

Ambiente na estação de controlo. Conversas, telefonemas e outros distúrbios podem interromper operações críticas como manobras de aproximação e aterragem que exigem silêncio e concentração. Apesar de ainda não existirem estudos suficientes, a presença de pessoal adicional na sala de controlo poderá afetar o **CRM** de uma forma geral. Por outro lado, ambientes muito calmos poderão provocar outros tipos de problemas como monotonia e aborrecimento (Hobbs, 2018).

Consciência situacional. Por estar afastado do UA, diz-se que o operador está em “isolamento sensorial”, o que poderá dificultar: a **monitorização** do estado da aeronave, a navegação, a prevenção de colisões, bem como a noção da meteorologia, e.g. a ausência de cheiro a fumo, turbulência, campo de visão limitado e atrasos nos dados (*link*) (McCarley & Wickens, 2004; Hobbs, 2016; Spravka, 2005).

Automação do controlo de voo⁵. Pesquisas demonstraram que a automação altera as tarefas do humano e nem sempre de forma positiva. Muitos erros humanos são atribuídos ao facto de estes estarem “fora do circuito”, por complacência induzida ou excesso de confiança. Comparativamente ao modo de controlo de voo manual do UAS, a operação no modo controlo de supervisão exige menos carga de trabalho mental (Spravka, 2005). Desta forma é possível estabelecer a ligação entre a **carga de trabalho** e a **consciência situacional** com o modo de automação do sistema (Hobbs, 2016; McCarley & Wickens, 2004; Spravka, 2005).

Transferência de controlo. O controlo de um UA pode ser transferido, durante o decorrer da operação, entre GCS adjacentes, entre GCS separadas geograficamente ou quando existe uma mudança de *link* de controlo. Cada transferência de controlo pode envolver um risco de erros de modo de voo, inconsistências entre configurações de controlo ou falhas de **comunicação** (Hobbs, 2016, 2018; Williams, 2006).

Características não convencionais dos UAS. Os voos de longa duração podem ser monótonos e provocar **fadiga**, sendo possível num único voo existirem várias mudanças de turno entre os operadores, o que poderá contribuir para a aumento do risco de erro e de falta

⁵ Tabela 3 Apêndice A – graus de automação considerados neste trabalho.



de compreensão. Outro desafio está relacionado com a necessidade do piloto remoto interagir com sistemas pouco comuns na aviação tripulada (e.g., sistemas de propulsão elétricos, células de combustível e sistemas de lançamento por catapulta) (Hobbs, 2016). Também existem diferenças ao nível dos padrões de voo (e.g., *loiters*) e da baixa razão de subida/descida, constituindo-se igualmente um desafio ao nível da gestão de tráfego aéreo (Hobbs, 2016).

Monitorização de dados de UAS. Maiores requisitos de monitorização aumentam a **carga de trabalho** cognitiva, sobrecarregando o operador com informações (Nisser & Westin, 2006). Bainbridge (1987) demonstrou que a capacidade de detetar falhas em sistemas automáticos diminui rapidamente com o tempo. Concluiu que uma pessoa tem dificuldade em manter uma atenção visual eficaz por mais de 30 minutos quando a informação que se procura varia muito pouco.

Controlo e comunicação via *link* de rádio. O operador de UAS deverá estar preparado para eventuais interrupções de *link*. A perda de *link* pode ocorrer por razões técnicas e humanas. Compete ao operador planear o trajeto de voo de forma a evitar voar além do alcance da estação terra, voar numa área onde o sinal é mascarado pelo terreno, erros de seleção de frequência, manobras abruptas da aeronave e interrupções físicas nos cabos e conexões. Para além disto, existe o risco de interferência eletromagnética do sinal, o que obriga o operador a monitorizar sempre a qualidade do sinal (Hobbs, 2016, 2018; Cardosi & Lennertz, 2017).

Procedimentos de Gestão de Tráfego Aéreo. Caso exista falha de comunicação entre a estação de controlo e o UA, o operador e os órgãos de ATC deverão ter conhecimento atempado de qual será o comportamento expectável da aeronave nessa circunstância, em particular da existência de procedimentos padronizados (Cardosi & Lennertz, 2017).

Seleção e Treino/Formação. Foram identificadas por parte de Controladores de Tráfego Aéreo (CTA) deficiências ao nível do treino dos operadores de UAS, relativamente ao entendimento dos limites de *clearance* e da fraseologia aeronáutica (Ibidem, 2017). Por outro lado, a falta de padrões uniformes para a seleção de pilotos de UAS (inclusive normas médicas) nas FFAA americanas, abre a possibilidade de acidentes graves e representa um perigo para outras aeronaves (tripuladas ou não) operando na mesma área, bem como para pessoas e infraestruturas no solo. (McCarley & Wickens, 2004; Szabolcsi, 2016; Pedersen, Cooke, Pringle & Connor, 2006).

Desempenho da equipa. As taxas de acidentes com UAS nas FFAA americanas, são 100 vezes maiores que as das aeronaves tripuladas (Blazakis, 2004). No Exército dos EUA



cerca de 32% dos acidentes com UAS estão relacionados com erros humanos, devido a “erros de decisão, *skill-based* e de percepção” (Manning, Rash, LeDuc, Noback & McKeon, 2004). Uma vez que estes sistemas são operados por equipas, de forma a reduzir os erros e os custos associados, é necessário otimizar o desempenho das mesmas, com vista a fomentar a coordenação ativa e a colaboração entre todos (Park, Hinsz & Ladbury, 2006).

Stress. Em voos de UAS de 2 horas, verificou-se que os pilotos de RPA apresentavam um nível moderado de ansiedade, provavelmente associado ao aumento da excitação e do autocontrolo percebido. Os níveis de *salivary Alfa-Amylase* (sAA), indicador de *stress*, aumentaram significativamente durante a descolagem e diminuíram após 15 minutos. Durante a fase de aproximação e aterragem, os níveis de sAA voltaram a aumentar. Estes resultados podem ser interpretados como *stress* “situacional” e *arousal* (Valenzano et al., 2018). De acordo com a lei de *Yerkes–Dodson* um aumento do *arousal* até um certo valor (ótimo), poderá trazer vantagens ao nível do desempenho (Cohen, 2011).

Fadiga. Foram identificados altos níveis de aborrecimento, associados ao **ambiente na estação de controlo**, humor reduzido e fadiga crónica. Tentativas de controlar a distração, como eliminar janelas ou proibir visitantes, poderão aumentar a monotonia. Igualmente, ambientes confortáveis e pouco estimulantes dificultam a permanência de estar em alerta (Hobbs, 2018).

Outros exemplos de desafios/FH referidos na literatura são: Ineficiência de comando e controlo (Cooke, 2006), Escassez de pessoal, “*Operational tempo*” (Schmidt & Parker, 1995) e o controlo de supervisão de vários UAV por um único operador (Goodrich & Cummings, 2015). Contudo, para os primeiros três, apenas existem referências aos fatores sem ser desenvolvido o tema, enquanto que o último para já não é aplicável à nossa realidade.

2.2. Os operadores de UAS nas FFAA portuguesas e na Força Aérea Belga

A informação recolhida e que a seguir se apresenta pretende contribuir para a construção de um retrato da situação atual das FFAA, por forma a que se conheça quem são e o que fazem os operadores de UAS dos três ramos. Importa assim destacar os requisitos em vigor na seleção dos operadores e o tipo de formação ministrada (Figura 2), quem são os atuais operadores de UAS, as funções que desempenham, como é que é constituída a equipa de operação e qual a organização de trabalho. O acesso à FAB, que esteve a operar na Base Aérea n.º 11 (BA11) durante o 2º semestre de 2019, permitiu enriquecer este ponto, a partir do exemplo de uma congénere supranacional.



Marinha

Requisitos do concurso:

- **Categoria:** Sargentos
- **Idade limite:** 35 anos
- **Especialidade:** Classes técnicas e operacionais
- **Testes/Exames:**
 - Médicos
 - Psicotécnicos
 - Inglês
- **Formação/qualificações:** Cumprirá regulamento da AAN
- **Manutenção de qualificações:**
 - Em elaboração documento (conforme a tipologia de missão e a complexidade da plataforma)



Exército

Não existiu concurso de seleção.

- **Categoria:** Sargentos e Praças
- **Idade média:** 31 anos
- Seleccionados militares do Regimento de Artilharia nº 5 considerados mais competentes
- Recorreram a alguns elementos que operaram o drone AR4 da Tekever
- **Formação/qualificações:** Ministrada pela empresa AeroVironment (1 mês)
- **Manutenção das qualificações:**
 - Nº mínimo de horas: 8 h a cada 6 meses (ou 6 h de voo mais 4 h no simulador), senão perdem habilitação para operar
- **Requalificação:** Cumprir as horas mínimas de voo, fazer um teste escrito e avaliação prática com 70% de aproveitamento em ambas
- Informação consta da documentação de suporte aos pedidos de Licença Especial de Aeronavegabilidade (LEA)



FAB - UAS

Requisitos de seleção:

- **Categoria:** *NonCommissioned Officer (NCO)*
- **Idade:** Não está definida
- **Testes/Exames:**
 - Exames Médicos: IFR Classe II (JAR-FCL 3 - Classe 2 / IFR, STANAG 7192
 - Exames psicotécnicos no recrutamento inicial
- **Qualificações para Piloto-Navegador (PN):**
 - Competências básicas durante 1 ano (e.g., inglês)
 - Ground school* (instrumentos, aerodinâmica, Mecânica / Tecnologia, meteorologia, etc.)
 - Curso ATC (5 semanas)
 - Curso B-Hunter
 - Outros cursos: Simulador e CRM (2 dias e refrescamentos a cada 3 anos, 1 dia de curso). Tópicos: fadiga, stress
- **Manutenção das qualificações:**
 - Mínimo para manter qualificação: 20 h + 6 Descolagens & Aterragens / ano + 12 h Simulador
 - No mínimo todos os meses realiza um voo (real ou simulado)



Força Aérea

Requisitos essenciais:

- **Categoria:**
 - Oficiais (ALF/TEN/CAP) ou
 - Sargentos (2SAR/1SAR/SAJ)
- **Idade limite:** 45 anos
- **Especialidade:** Afinidade com um dos subcomponentes do sistema
- **Testes/Exames:**
 - Médicos, Psicotécnicos e Inglês (SLP): 3 2 2 2
- **Requisitos preferenciais:**
 - Licença de piloto privado ou ultraleve;
 - Experiência comprovada em pilotagem de aeromodelos, UAS classe 1; operações de vigilância aérea (operação de sensores)
 - Postos mais baixos
- **Formação/Qualificações:**
 - Ministrada na FA
 - Programa de Instrução (PDINST) 144-15 e 144-20
- **Manutenção das qualificações:**
 - A ser determinado pelo CA (vai depender da plataforma e do piloto automático)
 - AFA apresentou uma proposta de manutenção de qualificações (Caetano, 2019):
 - < 60 dias – 1 h voo e 2 aterragens
 - < 6 meses – 3 h voo e 6 aterragens
 - > 12 meses – revisão de conteúdos, 4 h de simulador, 2 h de voo em duplo comando e 4 aterragens

Figura 2 – Requisitos de seleção e qualificações dos operadores de UAS da FA e da FAB.

Nos concursos da Marinha e FA destaca-se a diferença no limite de idades de 35 e 45, respetivamente. No caso da Marinha o motivo prende-se com a necessidade de seleccionar os



militares mais novos de forma a poderem estar embarcados até aos 48 anos (idade máxima) (H. Simões, *op. cit.*).

Relativamente à certificação da formação e qualificações, aguarda-se a publicação em Diário da República (DR) do Regulamento da Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN), que irá estabelecer as condições para a emissão da licença de Piloto Remoto de Aeronave Não Tripulada (PRA), categoria I, a militares das FFAA portuguesas, abrangendo aeronaves com peso máximo à decolagem até 150 kg. Destaca-se igualmente o papel da AAN na emissão de Licenças Especiais de Aeronavegabilidade (LEA) de Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (SANT) (AAN, 2013).

Na Figura 3 é apresentado um resumo global da situação atual dos operadores de UAS nas FFAA e FAB relativamente ao quantitativo, idades, género, categorias e especialidades.



Figura 3 – Caracterização dos operadores de UAS das FFAA portuguesas e FAB.

Sendo o foco deste estudo os operadores de UAS, interessa também saber quais as funções que estes desempenham⁶, como é constituída a equipa de operação, qual a organização de trabalho, para os três ramos das FFAA (Figura 4).

⁶ No Apêndice C Tabela 6 encontram-se descritas as funções dos vários elementos da equipa de operação de UAS das FFAA portuguesas.



Marinha

- Equipa depende da plataforma:
 - **AR4 (Tekever)**: 2 elementos
 - **Spyro (UAVision)**: 2 elementos (1 operador da GCS e 1 *safety pilot*)
 - **Wingo Ogassa VTOL (UAVision)**: Previsto 3 elementos (1 operador da GCS, 1 operador do *payload* e 1 *safety pilot*)
 - **Mavic**: 1 elemento
- **Tipologia de Missões**:
 - ISR / Vigilância / *Special operations* / Proteção Civil
- Duração máxima da missão: Duração máxima de operação: 90 m

Exército

- **Plataforma: Raven**
- **Equipa**: 2 elementos: *Vehicle operator* e o *Mission operator*
- **Tipologia de Missões**:
 - Vigilância (fixa ou móvel)
 - Segurança de área, através de escolta de área/itinerários/de colunas militares)
 - Reconhecimento de itinerários/áreas/zonas
 - Apoio civil (ainda não foi realizado)
- Duração da missão: Igual à autonomia do equipamento, 60 minutos (*fast*) até 90 minutos (*endurance*)

Força Aérea

- **Plataforma: Wingo Ogassa (UAVision) – para emprego operacional (*)**
 - **Equipa**: 5 elementos em modo normal de operações por plataforma: OP, IP, EP, ML e MC
 - **Tipologia de missões já realizadas (ao abrigo do consórcio com a UAVision)**: Vigilância marítima e terrestre
 - **Duty time**: 8-12 horas diárias
 - Descanso: 12 horas
 - Rotação 1h30 até 2h00 na posição (IP após a operação passa para a função de OP e depois folga)
- (*) Existem outras plataformas no âmbito da investigação afetas ao Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA)

FAB – Destacamento de UAS

- **Plataforma: RQ5 – B-Hunter**
- **Equipa**: Uma tripulação é composta por 1 navegador piloto (NCO), 1 operador sensor (NCO), 1 comandante da missão (Oficial)
- **Tipologia de Missões**:
 - ISR, entre outras
 - **Apoio à nação**: VIMAR, vida selvagem, incêndios, polícia, polícia de fronteira, ameaças terroristas, entre outras
- Máximo *duty time*: 12 h/dia (extensão 14 h)
- Máximo 4 h/dia como operador (máx. 3 h de cada vez)
- 8 h de descanso de qualidade (excecional 6 h)

Figura 4 – Funções e organização do trabalho dos operadores de UAS das FFAA.

2.3. Modelo de Análise

O presente trabalho de investigação é desenvolvido de acordo com o mapa conceptual apresentado no Apêndice D.





3. Metodologia e Método

Neste capítulo descreve-se a metodologia e o método que norteiam esta investigação.

3.1. Metodologia

O percurso metodológico congrega três fases: exploratória, com a revisão bibliográfica, identificação da Questão Central (QC), Questão Derivada (QD) e construção do mapa conceptual; analítica (recolha, análise e apresentação dos dados); conclusiva (discussão dos resultados, apresentação das conclusões, contributos para o conhecimento, limitações, sugestões para estudos futuros e recomendações).

O raciocínio desenvolvido ao longo da investigação é indutivo, assenta numa estratégia de investigação qualitativa e tem o estudo de caso como desenho de pesquisa.

3.2. Método

3.2.1. Participantes e procedimento

Participantes. Participaram neste estudo 15 militares. Os participantes foram intencionalmente selecionados de acordo com os interesses e conveniência da pesquisa e foram distribuídos em dois grupos:

(i) o 1.º grupo constituído por seis informadores qualificados (IQ) na área dos UAS da Marinha, Exército, FA e FAB. Os dados das entrevistas exploratórias a este grupo revelaram-se extremamente relevantes pelo que se optou por integrar parte da informação obtida na apresentação de resultados, nomeadamente a que respondia às QD e QC.

(ii) o 2.º grupo constituído por nove operadores da FA que participaram no primeiro empenhamento operacional de UAS (VITER), na serra da Lousã, adiante designada por missão da Lousã (ano 2019). Esta opção justifica-se porque os operadores da Marinha e do Exército, parte da população alvo (Santos & Lima, 2016, p. 64), não estavam ao alcance do investigador por se encontrarem em missão no exterior. Aduz-se ainda que a FA é o único ramo das FFAA portuguesas com missões operacionais já realizadas, tendo alguns entrevistados (Vicente, entrevista presencial, 10 de out. 2019; Piedade, entrevista presencial, 17 de out. 2019) sugerido a pertinência de obter dados relacionados a uma missão, neste caso a Lousã, pelas especificidades do cenário de operações e características comuns a que estiveram sujeitos os participantes.

Procedimento. A aplicação das entrevistas decorreu entre 11 de outubro de 2019 e 3 de janeiro de 2020. Os participantes, à exceção do militar Belga e do IQ da FA, MAJ Caetano⁷, foram previamente contactados por telefone para solicitar a sua participação

⁷ Entrevistas respondidas por correio eletrónico.



voluntária. Foi solicitada a autorização para recolha de dados através da gravação da entrevista, registo de informação (apontamentos escritos) e utilização desses dados através de fragmentos das entrevistas (Fachada, 2015) para uso exclusivo do TII. Ao 2.º grupo foi ainda garantido o anonimato e a confidencialidade das respostas, pese embora face ao número reduzido de operadores da FA não tenha sido possível assegurar o anonimato relativamente à sua participação, o que foi transmitido a cada um dos entrevistados.

3.2.2. Instrumentos de recolha de dados

Considerando os objetivos da investigação, selecionou-se como instrumento de recolha de dados a entrevista semiestruturada (Fortin, 2009; Ghiglione & Matalon, 2001). Foram criados três guiões de entrevista (Apêndice E, F, G) ancorados nos objetivos definidos.

3.2.3. Técnicas de tratamento dos dados

A análise qualitativa foi efetuada com recurso à técnica da análise de conteúdo. Este procedimento desenvolveu-se em quatro (4) fases: a primeira foi a transcrição das entrevistas; seguiu-se a leitura das entrevistas, também designada de “leitura flutuante” (Bardin, 1977); a construção de sinopses das entrevistas (Guerra, 2006); a agregação de dados em categorias através de três procedimentos, escolha da unidade de análise (recorte), escolha das regras de contagem das unidades de análise (enumeração) e categorização à *posteriori* (escolha das categorias) (Bardin, 2011), numa abordagem indutiva dos dados (Guerra, 2006).



4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados

Neste capítulo são estudadas e respondidas as QD e a QC. A apresentação dos resultados é antecedida da caracterização dos entrevistados.

4.1. Caracterização dos entrevistados

Foram realizadas 15 entrevistas, seis a IQ e nove a operadores da FA.

Na Tabela 1 são apresentados os dados relativos à caracterização sumária dos IQ. De referir que todos são possuidores de vastos conhecimentos e experiência na área da operação de UAS e três são também operadores de UAS, no entanto não foi nessa função que foram entrevistados para o presente estudo.

Tabela 1 – Lista de entrevistados responsáveis pela operação de UAS.

IQ	Entrevistado	Ramo	Posto	Função
IQ0	Paulo Simões	Marinha	Capitão de Fragata (CFR)	Comandante Operacional (CO) da Esquadrilha de Helicópteros da Marinha (EHM)
IQ0	Hugo Cabral	Marinha	CFR	2.º CO EHM
IQ1	Carlos Silva	FA	Tenente-Coronel	Chefe NUAS (CA)/Operador
IQ2	João Caetano	FA	Major	Chefe Núcleo de Operações da AFA/Operador
IQ3	João Chora	Exército	Capitão	Comandante de companhia/Operador
IQ4	Eric Lenaerts	FAB	Capitão	Comandante de destacamento

No que diz respeito à **caracterização sociodemográfica dos operadores de UAS da FA entrevistados**, a totalidade são do género masculino, com idades compreendidas entre os 28-54 anos (média=40 anos), quatro oficiais e cinco sargentos, cujas especialidades são da área de engenharia (dois) e de manutenção (sete). Quanto ao nível de escolaridade mais elevado que os entrevistados completaram, um tem o mestrado, dois têm licenciatura, um tem o bacharelato, quatro o ensino secundário e um o 3.º ciclo. Nas Unidades de colocação desempenham funções na área do apoio, manutenção e operações. No âmbito dos UAS, sete acumulam três funções: a de operador de UAS, a de Operador de *Payload* (OP) e a de Mecânico de Linha (ML) e, dois, para além das funções anteriormente referidas são também *External Pilot* (EP).

Relativamente à **caracterização da formação técnico profissional no âmbito dos UAS**, todos os operadores da FA entrevistados têm formação para operar com piloto automático Wingo Ogassa e dois acumulam também formação na operação de UAS com piloto automático Piccolo. Quanto à formação CRM, que consta do PDINST 144-15 “Programa do Curso de Operador de *Unmanned Aircraft Systems* (COUAS) (UAS Classe I)”, sete dos nove entrevistados referiram que ainda não lhes tinha sido ministrada. Do total de entrevistados dois são também detentores do curso de piloto privado, considerado um dos



requisitos preferenciais para frequentar o COUAS. Quanto à manutenção das qualificações verifica-se que apenas dois dos entrevistados referiram operar regularmente, sendo que o período máximo que a maioria esteve sem operar desde a conclusão do COUAS até ao início da Missão da Lousã varia de dois a nove meses. A experiência dos entrevistados na função de operadores de UAS, considerando o número de anos a operar, é de um ano para a maioria (sete) dos entrevistados e dois operam há sete e oito anos.

4.2. Fatores humanos que influenciam o desempenho do operador de UAS

Neste ponto é estudada a QD1.

A entrevista, nesta parte, foi iniciada com a apresentação da definição de FH adotada neste estudo⁸.

4.2.1. Perceção global dos informadores qualificados

O IQ do Exército identificou FH com impacto negativo no desempenho do operador (Tabela 7, Apêndice H), todos integrados no domínio cognitivo: **treino e experiência e tomada de decisão**. Relativamente ao **treino e experiência** o facto de deixarem de operar por períodos que vão de três a quatro meses implica que tenham que rever os conteúdos do curso antes de reiniciarem as operações, podendo as aptidões e conhecimentos adquiridos ficarem comprometidos pela ausência de operações regulares. Ao nível da **tomada de decisão** foi referida a dificuldade de decisão em situação de *go/no-go* aquando de um mau lançamento manual do UA, de forma a evitar danos na asa.

Os IQ1 e IQ2 da FA identificaram um conjunto de FH no domínio organizacional com impacto positivo no desempenho dos operadores (Tabela 8, Apêndice H): a **motivação** associada aos aspetos financeiros (ajudas de custo), oportunidades de lazer durante a missão, a diferenciação do mérito (escrito) e a sua publicitação; sentido de cumprimento da missão e desafio de fazer algo inovador; a **adequação das condições de alojamento/refeições**, nomeadamente a existência de pausa para o almoço e acesso a refeições quentes, a proximidade do local de trabalho ao alojamento e as condições do alojamento serem apropriadas ao descanso dos operadores; a **liderança** ser acessível, dar o exemplo e promover o *team building* através de diversas atividades; o **trabalho em equipa**, ao nível do espírito de equipa, coesão e sentimento de pertença; a **organização temporal do trabalho**, privilegiando os voos alinhados com os ciclos circadianos dos operadores.

⁸ Enquadramento teórico conceptual (p. 14).



No domínio físico foi referida a importância: do **design do local de trabalho** ser o adequado a operações longas e dos **fatores ambientais** relacionados com a necessidade da temperatura na GCS ser confortável.

No domínio cognitivo foram identificados: o **stress** e a **consciência situacional**, contribuindo ambos para aumentar o estado de “*arousal*”/atenção (e.g. alvos de interesse).

Relativamente aos FH, integrados no domínio cognitivo, que influenciam de forma negativa o desempenho dos operadores foram referidos (Tabela 9, Apêndice H): o **treino e experiência**; a **carga mental de trabalho**; a **fadiga**; a **interface sistema-homem**; o **stress**; a **automação do controlo de voo**; a **perda da consciência situacional**; a **monitorização dos dados UAS**; a **tomada de decisão**; o **controlo e comunicação via link de rádio**.

No que se refere ao **treino e experiência**, apesar do IQ1 referir que a formação de base dos operadores foi “*bastante sólida*”, ambos os entrevistados mencionam a necessidade de aplicação prática desses conhecimentos.

A **carga mental de trabalho** é apontada como especialmente relevante nas seguintes situações: acumulação de funções (operador, coordenador de missão e comunicação ATC) e sobreposição de tarefas na aterragem e descolagem (operar o UAV e efetuar comunicações aeronáuticas); descolagem expedita para antecipação do *Actual Time of Departure* (ATD); falha de *links* em que o operador tem que executar as tarefas de forma automática e pelo tempo de permanência na posição.

Os IQ1 e IQ2 identificaram **sinais ou reportes de fadiga dos operadores**, essencialmente associados à “*saturação por estar muito tempo em missão*” e em virtude das “*operações continuas, com coordenação da missão durante e após o voo*”.

Relativamente ao **interface sistema-homem** foi referido que apesar do esforço de uniformização do *layout* das janelas no monitor da GCS, estas ainda provocam confusão por não existir uma “*clara distinção*” entre elas, bem como a sua posição relativa (e.g., com cores), o que potenciou o erro.

Foram ainda apontados os seguintes fatores: **stress** percebido pelo *Mission Commander* (MC) e “*induzido pela incapacidade de avaliar os conhecimentos de operadores menos experientes sob comando*”; **confiança excessiva na automação do controlo de voo**; **perda da consciência situacional** com consequências ao nível da orientação da *Gimbal* e falha na determinação de azimute; **monitorização de dados de UAS**, sobretudo o excesso de janelas e subsistemas a monitorizar o que tem impacto no foco e atenção e por fim a **tomada de decisão**.



Os IQ da Marinha optaram por não responder a esta questão justificando a não resposta por ainda estarem em fase de experimentação e pelo facto de não terem empregue os UAS em contexto operacional, apenas em voos de formação, pelo que face aos dados de que dispunham consideraram prematuro responder.

Foi possível recolher também os contributos do IQ da FAB que identificou FH no domínio cognitivo, que influenciam de forma negativa (Tabela 10, Apêndice H): o **interface sistema-homem**; **consciência situacional** (falhas que têm impacto na atenção) e **monitorização dos dados**. No domínio organizacional referiu o número elevado de **comunicações** a realizar e a escassez de **recursos humanos**, bem como a demora nos processos de recrutamento de oficiais.

4.2.2. Perceção dos operadores de UAS da FA

Os operadores identificaram FH nos três domínios: cognitivo, físico e organizacional.

No domínio organizacional os entrevistados identificaram os seguintes fatores com influência positiva no desempenho dos operadores (Tabela 11, Apêndice H): o **trabalho em equipa**; a **organização temporal do trabalho**; a **adequação das condições de alojamento/refeições**; as **comunicações**; a **supervisão**; e a **liderança**.

O **trabalho em equipa** foi referido por oito entrevistados, defendendo o seu impacto no cumprimento da missão e na motivação. No discurso dos entrevistados o segundo fator mais referido foi a **organização temporal do trabalho**, destacando-se neste âmbito: a adequação dos horários de trabalho e tarefas; o tempo máximo para a rotação de equipas; o tempo de permanência na missão e a proximidade ao local das operações. Quatro entrevistados referiram também a **adequação das condições de alojamento e refeições**. Embora com menor expressão (três cada), foram também feitas referências a outros fatores como: a adequada gestão das **comunicações**, quer as aeronáuticas como intra grupo; a **supervisão** do MC e pares com mais experiência; e numa das entrevistas surgiu ainda a menção à **liderança**, apontada como facilitadora do processo de adaptação dos operadores e impulsionadora do espírito de equipa.

No domínio dos FH físicos foram identificados três fatores (Tabela 12, Apêndice H): os **fatores ambientais**, por sete entrevistados, com alusões ao calor e à existência de ar condicionado para minimizar esse impacto; o **design do local de trabalho** e respetivas condições de trabalho, classificadas por quatro entrevistados como boas; e a **segurança** (quatro) com que foi realizada a missão.



No que diz respeito ao domínio cognitivo foi identificado apenas um FH (Tabela 13, Apêndice H), o **treino e experiência**, por quatro entrevistados, referindo que a experiência era resultado da formação e do facto de já terem operado com aqueles pares noutros contextos operacionais.

No que diz respeito aos FH que influenciaram de forma negativa a operação, os entrevistados identificaram FH nos três domínios: cognitivo, físico e organizacional.

Os FH com maior número de referências negativas integram-se no cognitivo (Tabela 14, Apêndice H): o **treino e experiência**; a **formação**; o **stress**; a **fadiga**; a **interface sistema-homem**; a **monitorização de dados UAS**; e a **carga mental de trabalho**.

O **treino e experiência** foi referido por todos os entrevistados, com impacto no desempenho, eficiência, carga de trabalho, inércia, *stress*. Também referiram a necessidade de existir antecipadamente treino específico para o ambiente operacional onde irão operar, bem como a manutenção de qualificações/treino regular.

No discurso dos entrevistados o segundo fator mais referido (sete) está relacionado com a **formação** pelo facto de não terem frequentado o CRM.

Os operadores (cinco) identificaram também: o **stress** associado à maior carga de trabalho na fase de aterragem e descolagem, comunicações (em simultâneo), falha no motor, tomada de decisão e complexidade do sistema; a **fadiga** relacionada com o número de dias/horas a operar e ao tempo de descanso considerado insuficiente. As consequências referidas são sobretudo ao nível da recuperação, tolerância, tomada de decisão e desempenho. Na **interface sistema-homem** ressaltam críticas ao *layout* das janelas. Com menor expressão (três) surge a **monitorização dos dados** relacionada ao tempo máximo desejável naquela posição e a **carga mental de trabalho** (dois) na descolagem e aterragem.

No domínio organizacional (Tabela 15, Apêndice H) o fator **procedimentos** foi referido por oito entrevistados. Todos referem as sucessivas alterações de *checklist*, justificadas por alguns por se tratar de um produto inacabado da empresa e alterações provocadas pelo ambiente operacional. Como resultado destas alterações os entrevistados referiram atrasos na execução da *checklist* e a permanente necessidade de adaptação. Se para um dos entrevistados a perceção das sucessivas alterações potenciava o erro, para outro esta situação foi percebida como forma de evitar o erro apesar das dificuldades que resultavam das contínuas mudanças. As alusões à **organização temporal do trabalho** (oito) reportam-se às seguintes situações: duração da missão, número de dias a operar; dia de rendição das equipas; fim da missão e reinício de funções na Unidade de colocação; tempo para a refeição



e rendição de elementos ao almoço; tempo de descanso fora do local de operação; rotatividade de IP e OP, número de horas na pista do *Safety* e ML. Há ainda uma referência à necessidade de reforçar a equipa com mais elementos (**escassez de recursos humanos**) sentida em momentos de sobreposição de tarefas.

Menos expressivo, no domínio físico foram identificados os seguintes fatores (Tabela 16, Apêndice H): os **fatores ambientais** (cinco), sobretudo o calor a que estiveram sujeitos o EP e o ML; a **postura no trabalho** (quatro) relacionada com as cadeiras; e o **design do local de trabalho** (três), nomeadamente ao nível do espaço e ruído.

4.2.3. Síntese conclusiva e resposta à QD1

Em resposta à QD1, *Quais são os fatores humanos que influenciam positivamente / negativamente o desempenho dos operadores de UAS?*, emergiram do discurso dos entrevistados 23 FH com impacto positivo e negativo agrupados por domínios e por maior número de referências (Figura 5).

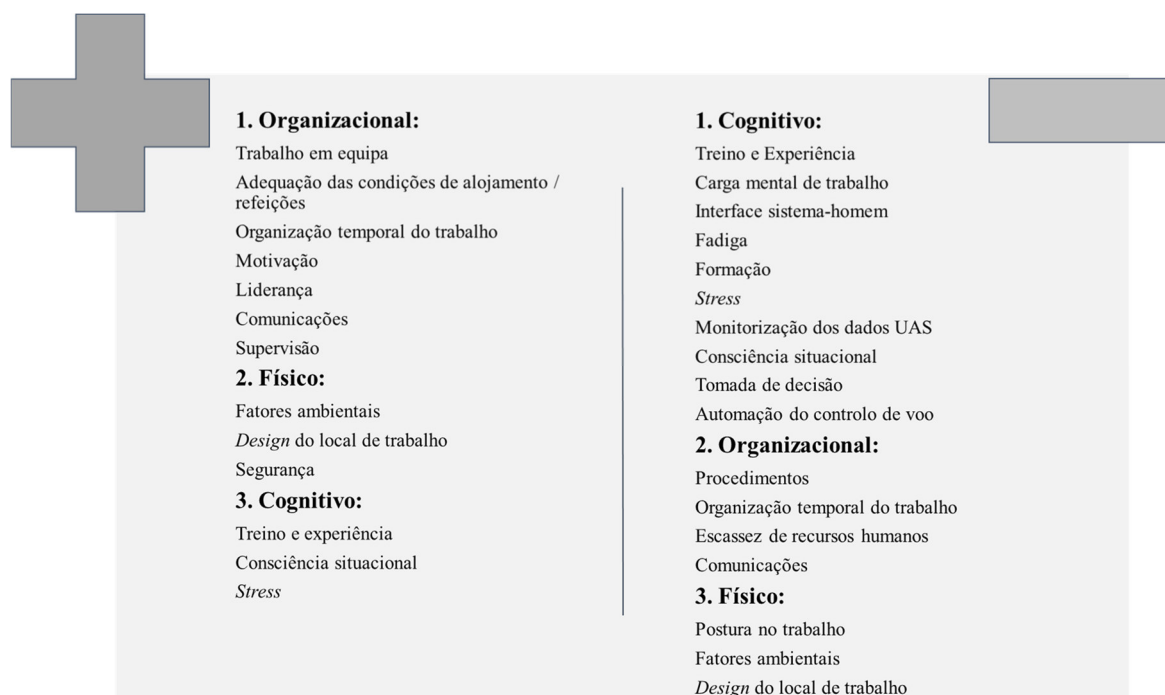


Figura 5 – FH que influenciam positivamente/negativamente o desempenho dos operadores de UAS, de acordo com a percepção dos IQ e dos operadores (FH agrupados em domínios e por ordem do maior número de referências).

4.3. Oportunidades de melhoria que podem contribuir para melhorar o desempenho dos operadores de UAS

Neste ponto é estudada a QD2.



4.3.1. Análise das oportunidades de melhoria

As Oportunidades de Melhoria (OM) identificadas pelos IQ estão registadas na Tabela 2. Os entrevistados da Marinha não apresentaram OM. As dimensões com maior número de referências, onde ainda é necessário melhorar, são o **treino** (quatro) e o **CRM**. Com menor expressão surgiram OM relacionadas com a **interface sistema-homem** (dois), nomeadamente a melhoria do alcance de *link* e da interface de operação (consola) e, por fim, com o mesmo número de referências (um) para cada dimensão: a **autogestão do tempo de descanso**, a necessidade de **padronizar procedimentos** e **reforçar as equipas com mais elementos**.

Tabela 2 – Oportunidades de melhoria apresentadas pelos IQs.

Dimensões (categorias)		Exército	FA		Destacamento Belga
		EIQ3	EIQ2	EIQ1	EIQ4
Treino		x	x	x	x
CRM		-	x	-	x
Interface sistema-homem	Melhoria do alcance de <i>link</i>	-	x	-	-
	Melhoria da interface de operação (consola)	-	x	-	-
Autogestão do tempo de descanso para recuperar efetivamente		-	-	x	-
Procedimentos - <i>Standardization</i>		-	x	-	-
Reforçar as equipas		-	-	x	-

A partir das entrevistas dos operadores foi possível identificar oportunidades de melhoria nas seguintes dimensões (categorias): **organização temporal do trabalho; treino e qualificações; formação; interface sistema-homem; recursos humanos; e liderança**.

A dimensão com maior número de referências pelos operadores foi a **organização temporal do trabalho** (Tabela 17, Apêndice H).

As OM para esta dimensão passam por:

(i) existir rotação de pessoal durante a operação: entre duas equipas, de forma a assegurarem turnos diferentes (manhã, tarde e noite), por exemplo com mais duas pessoas fora (para além das cinco); entre operadores, com mais um elemento na equipa (total de seis elementos), que permita a rotação de um elemento para descansar/assegurar a refeição ou ter mais um elemento que esteja de “folga” da operação (IP, OP e MC) para dar apoio às comunicações, relatórios e equipamentos informáticos; reformular a rotação dos postos de trabalho através do desempenho de outro tipo de funções depois de 2 h de operação; permitir a rotação do EP;



(ii) definir limite de horas em operação seguida de período de descanso: permanecer no máximo 2 h numa posição e de seguida ter um período de descanso de 45 minutos a uma hora, de forma a minimizar a sobrecarga de trabalho com impacto ao nível do *stress*, fadiga, satisfação no trabalho e motivação, bem como para assegurar as refeições;

(iii) definir limite de dias em missão⁹ e pausa para descanso fora do local de operações, introduzindo um dia de descanso a cada quatro/cinco dias de operação ou um dia por semana, por exemplo de acordo com o Regulamento da Força Aérea (RFA) 500-2;

(iv) rendição de elementos entre missões, prevendo um período de sobreposição: foi sugerido que o dia de rendição dos militares ocorra à segunda-feira e que a equipa que é rendida permaneça até ao final desse dia para efeitos de passagem de serviço.

A dimensão **treino e qualificações** foi também bastante referida (Tabela 18, Apêndice H). Foram consideradas pelos entrevistados como práticas potenciadoras de melhorarem o desempenho:

- (i) o treino regular;
- (ii) o treino em contexto similar ao das missões;
- (iii) o treino específico ao nível da operação de sensores e ao nível das comunicações;
- (iv) a normalização da manutenção das qualificações através de documentos internos.

Relativamente às oportunidades de melhoria associadas à dimensão **interface sistema-homem** as sugestões estão relacionadas com (Tabela 19, Apêndice H):

- (i) a disposição e número de janelas no monitor, referindo a necessidade de concentração da informação numa janela, de existência de um critério de organização da informação nos monitores, da diferenciação das janelas de *link* mitigando a possibilidade de erro;
- (ii) a arquitetura do sistema mais simples e estável.

Foram ainda identificadas a necessidade de introduzir melhorias ao nível da **formação** (Tabela 20, Apêndice H), nomeadamente a frequência de cursos específicos (e.g., Centro de Relato e Controlo, Padrões de Busca, CRM e *Safety*).

Uma das dimensões que também surgiu foi ao nível de **recursos humanos** (Tabela 21, Apêndice H). Embora esta oportunidade de melhoria não seja explícita, no discurso do entrevistado está implícita a preocupação com o impacto que o recurso a *Augmentees* tem nas Unidades de colocação dos militares, referindo que há falta de reconhecimento pelas

⁹ Não foi referido o número de dias ideal.



chefias da Unidade que se veem confrontadas com a ausência de um militar durante um determinado período, não sendo asseguradas as suas funções. Daqui decorrem duas consequências que carecem de OM: uma relacionada com o potencial impacto da carga de trabalho do operador quando regressa à Unidade de colocação e outra relacionada com o superior hierárquico na Unidade que é quem o avalia para efeitos de Avaliação do Mérito. Há também quem refira expressamente que não concorda com os *Augmentees* pelos impactos provocados no trabalho em equipa que só opera em contexto real/missão. Um dos entrevistados fez referência à possibilidade de serem incluídos na equipa de operadores elementos de outras especialidades para apoio às operações, nomeadamente pessoal ligado à área de gestão de tráfego aéreo ou que estejam ligados aos equipamentos que utilizam (e.g., informática).

Nas narrativas dos entrevistados surgiram também sugestões relacionadas com a dimensão **liderança** (Tabela 22, Apêndice H), nomeadamente ao **nível da motivação** para a qual contribui o **reconhecimento do mérito** e o **bom ambiente de trabalho** promovido pela chefia.

4.3.2. Síntese conclusiva e resposta à QD2

Face ao que antecede e em resposta à QD2 - *Quais são as oportunidades que podem contribuir para melhorar o desempenho dos operadores de UAS?*, procurou identificar-se um conjunto de recomendações. Das narrativas dos entrevistados emergiram um total de 21 OM integradas nas seguintes dimensões: **a organização temporal do trabalho**; **o treino e qualificações**; **a formação**; **a interface sistema-homem**; **o CRM**; **os recursos humanos**; **a liderança**; **a padronização de procedimentos**; **a gestão dos tempos de descanso pelos operadores**; e **reforçar as equipas**.

A partir de uma análise contrastada dos dados recolhidos juntos dos informadores qualificados e operadores de UAS foram encontradas OM em dimensões convergentes ao nível do treino e da interface sistema-homem. A dimensão mais referida pelos IQ foi o treino, seguida do CRM, enquanto que na perceção dos operadores as dimensões que carecem de mais melhorias são a organização temporal do trabalho e o treino/qualificações.

4.4. Principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores de UAS das FFAA em ambiente operacional, e resposta à QC

Considerando os dados recolhidos até aqui, e em resposta à QC – *Quais os principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores das FFAA em ambiente operacional?*, conclui-se, com recurso ao testemunho dos entrevistados, que



existem múltiplos desafios que influenciam o desempenho dos operadores e que o mesmo FH pode ser percebido de forma favorável/desfavorável por diferentes operadores ou até pelo mesmo operador que o associa a ocorrências distintas.

Mantendo a compartimentação adotada por domínios, os principais desafios identificados no **domínio cognitivo** estão relacionados com:

- (i) a **falta de treino regular**, bem como a **inexistência de treino específico** para os ambientes em que vão operar, com efeitos ao nível da proficiência;
- (ii) o **facto de não terem o curso CRM**, pode ter tido impacto ao nível de conhecimentos, *skills* e atitudes, incluindo comunicação, consciência situacional, liderança e cooperação, importantes para a gestão dos recursos disponíveis;
- (iii) a **tomada de decisão** em situações críticas, relacionadas com um curso de ação entre duas ou mais alternativas possíveis *go/no-go*;
- (iv) a **manutenção da consciência situacional** ao longo da operação evitando falhas na orientação da câmara e determinação de azimutes;
- (v) o **excesso de confiança na automação** do controlo de voo;
- (vi) a **dificuldade em interpretar a informação**, associado à distinção e *layout* das janelas de GCS;
- (vii) a **carga mental de trabalho**, designadamente no cumprimento das tarefas associadas às fases de aterragem e descolagem e cumulativamente manterem as comunicações aeronáuticas; efetuar todas as tarefas de forma eficiente, durante a fase de descolagem, de forma a ser possível antecipar o ATD, caso necessário; executarem diversas tarefas ao longo do voo (comunicações, navegação e coordenação com OP); em situações de emergências, e.g. falha de *links* e conseguir executar tarefas de forma automática;
- (viii) a **fadiga** provocada pela duração da missão o que levou à saturação; pelas operações contínuas com risco associado de erro e má conduta; e pelo tempo de descanso considerado por alguns entrevistados insuficiente;
- (ix) os **requisitos de monitorização de dados** (e.g., excesso de janelas e subsistemas a monitorizar) que aumentam a carga de trabalho cognitiva, bem como o número de horas naquela tarefa, em virtude da degradação da atenção/concentração;
- (x) o **stress**, que é resultante de outros FH já referidos como a tomada de decisão; falta de experiência dos operadores; carga de trabalho nas fases de aterragem e descolagem, comunicações em simultâneo, falhas no motor e complexidade do sistema.

Os principais desafios apresentados no **domínio organizacional** foram:



(i) **ao nível dos procedimentos**, as alterações sucessivas de *checklist* tiveram impacto ao nível de atrasos na execução e necessidade permanente de adaptação o que potencia o erro;

(ii) **em termos da organização temporal do trabalho**: o tempo de trabalho diário intensivo (perto do *duty time*); assegurar a rotação de pessoal durante a operação de forma a permitir pausas para descanso e refeições; a permanência em missão sem dia de descanso fora do local de operações; a rendição de equipas/elementos sem período de sobreposição;

(iii) **escassez de recursos humanos** e demora nos processos de recrutamento, bem como a necessidade de reforçar as equipas com mais elementos;

No **domínio físico** os principais desafios resultaram:

(i) **do design do local de trabalho**, nomeadamente ao nível de ruído e da falta de espaço da sala de operações para colocação de equipamentos, considerando o número de pessoas presentes;

(ii) **da má postura provocada pelas cadeiras**, sendo que os operadores passam longos períodos nesta posição;

(iii) **de fatores ambientais (calor)**, mais suscetíveis de afetar o *Safety* e ML.

Numa análise mais detalhada aos desafios, conclui-se que são multidimensionais e que existe uma inter-relação entre diferentes FH, conforme se encontra refletido na Figura 6.

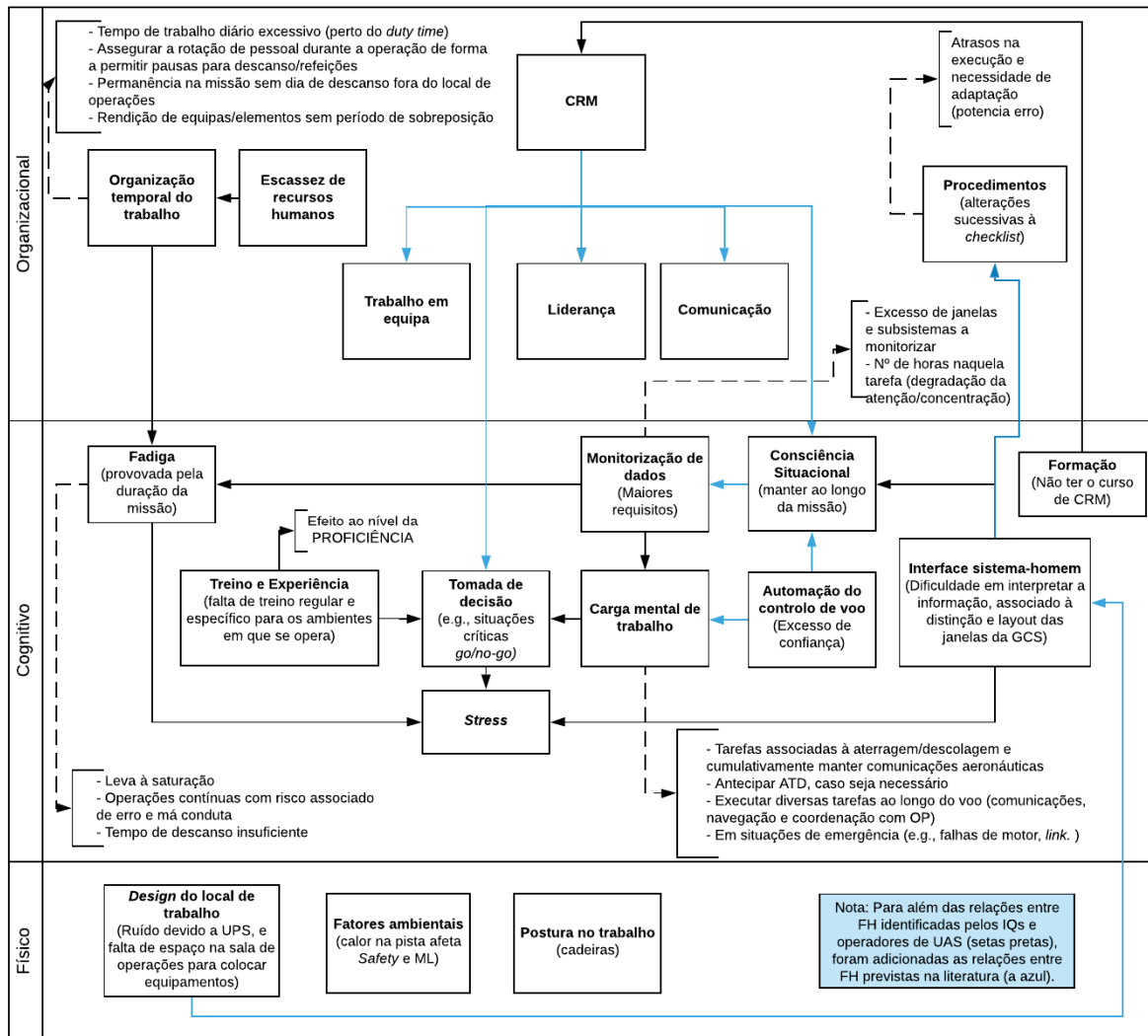


Figura 6 – Quadro resumo dos desafios de FH e inter-relações identificadas através das entrevistas e literatura.



5. Conclusões

A separação homem-máquina e a rápida implementação dos UAS trouxeram novas responsabilidades e desafios que até então não existiam na operação de aeronaves tripuladas, como é o caso da ausência de pistas sensoriais, a adequação das interfaces sistema-homem e da capacidade limitada do homem para efetuar a monitorização de dados por longos períodos.

As FFAA portuguesas envolvidas nas primeiras missões nacionais e internacionais com emprego operacional de UAS encontram-se progressivamente a ajustar a sua visão estratégica, sujeita às influências dos resultados das avaliações destas missões.

Relativamente ao referencial teórico nacional sobre os UAS no contexto militar não foi encontrado nenhum estudo que verse sobre o desempenho dos operadores de UAS. A nível internacional os estudos evidenciam múltiplos desafios que influenciam o desempenho dos operadores, potenciadores de incidentes e acidentes aeronáuticos.

Face ao contexto atual, em que começam a emergir as primeiras reflexões associadas ao desempenho dos operadores de UAS, o presente trabalho de investigação teve como objeto os operadores de UAS, e delimitou-se, nos domínios: temporal, à atualidade; espacial às FFAA; e de conteúdo aos FH e à sua relação com o desempenho dos operadores de UAS em ambiente operacional.

Este estudo orientou-se pela QC de investigação, *Quais os principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores das FFAA em ambiente operacional?*

O percurso metodológico desta investigação realizou-se em três fases (exploratória, analítica e conclusiva), e caracterizou-se por um raciocínio indutivo, assente numa estratégia de investigação qualitativa e num desenho de estudo de caso.

Os dados recolhidos a partir das entrevistas semiestruturadas aos IQ dos ramos das FFAA, IQ do destacamento Belga e aos operadores de UAS da FA, que participaram na Missão da Lousã, permitiram responder aos objetivos definidos.

O OE1, *analisar os fatores humanos que influenciam o desempenho do operador de UAS*, foi estudado através da resposta à respetiva QD.

Da análise emergiram FH com **influência positiva** no desempenho dos operadores. Considerando os domínios de especialização, foram identificados os seguintes FH no **domínio organizacional**: o **trabalho em equipa**; a **adequação das condições de**



alojamento/refeições; a organização temporal do trabalho; motivação; liderança; comunicações; e supervisão.

No **domínio físico** emergiram os **fatores ambientais**; o *design* do local de trabalho e a **segurança**.

Por fim no **domínio cognitivo** surgiram alusões ao **treino e à experiência** e à **consciência situacional**.

Esta abordagem aos fatores positivos que influenciam favoravelmente o desempenho, pretendeu não restringir o campo de resposta dos entrevistados apenas aos fatores percecionados como negativos, embora nos resultados da revisão de literatura a abordagem ao tema seja maioritariamente numa ótica de fatores que condicionam o desempenho. A abertura do espectro de resposta permitiu identificar boas práticas e difundi-las (*benchmarking*).

Com **influência negativa** no desempenho dos operadores, o domínio com mais referências foi o cognitivo, seguido do organizacional e físico.

No **domínio cognitivo** os FH identificados vão ao encontro dos resultados de outras investigações, designadamente: **treino e experiência; carga mental de trabalho; interface sistema-homem; fadiga; formação; stress; monitorização dos dados UAS; consciência situacional; automação do controlo de voo; tomada de decisão e automação do controlo de voo**. Aduz-se ainda que relativamente à formação apenas os operadores fizeram referência a este FH, nomeadamente por terem percecionado que algumas dificuldades poderiam ter sido ultrapassadas caso tivessem frequentado o CRM. A falta de consciência situacional e o excesso de confiança na automação do controlo de voo foram referidas pelos IQ numa perspetiva mais abrangente e percebida enquanto MC que avaliam a prestação dos operadores, enquanto que a tomada de decisão (*go/no-go*) também referida apenas pelos IQ é mais ampla e relaciona-se com a decisão, quer do MC como do operador, em prosseguir ou não com a operação.

À semelhança do domínio cognitivo, a maioria dos FH identificados no **domínio organizacional** são também demonstrados noutras investigações, nomeadamente: **procedimentos; organização temporal do trabalho; escassez de recursos humanos e comunicações**.

No **domínio físico** foi referido: a **postura no trabalho; fatores ambientais e design do local de trabalho**. Estes fatores foram apenas identificados pelos operadores.



Considera-se importante complementar este OE1 a partir dos FH que não foram identificados quer pelos IQ como pelos operadores, mas que são evidenciados na literatura, nomeadamente: a **transferência de controlo**, o que se justifica por não terem sido efetuadas transferências de controlo entre GCS; o **controlo e comunicação** via *link* de rádio, relacionado com a perda de *link* (e.g. voar para além do alcance da estação de terra, voar numa área em que o sinal é mascarado pelo terreno e manobras abruptas da aeronave); o **término do voo** relacionado com o risco de ativação inadvertida.

Relativamente ao **OE2, formular oportunidades de melhoria**, obtidas a partir da resposta à correspondente QD, foram identificadas um conjunto de sugestões tendentes a melhorar o desempenho dos operadores de UAS. Não foram referidas **oportunidades de melhoria** para todos os FH que emergiram com impacto desfavorável no desempenho dos operadores.

Para o **treino e experiência** foi sugerido a necessidade de treino regular, em contexto similar das missões, na operação de sensores e ao nível das comunicações, e a normalização da manutenção das qualificações através de documentos internos. A literatura recomenda que se assegure o treino de equipas, com foco nas decisões de término de voo, comunicação e coordenação, transferências de controlo e o impacto da ausência de pistas sensoriais na gestão de ameaças e erros (SAE, 2011).

Relativamente à **formação** os operadores sugeriram a frequência de cursos específicos (CRC, Padrões de Busca, *Safety*), enquanto o autor Szabolcsi (2016) refere a necessidade de cumprir o STANAG 4670 (que inclui o CRM), e aproximar o *knowledge, skills and abilities* aos requisitos da ICAO.

Quanto à **fadiga** foi recomendada a autogestão do tempo de descanso.

Para melhorar a **interface sistema-homem** foram apontadas: a necessidade de melhoria do alcance de *link* e da interface de operação (consola); a concentração da informação numa janela; a existência de um critério de organização da informação nos monitores; a diferenciação das janelas de *link* e uma arquitetura do sistema mais simples e estável; a aplicação do *design* padrão de *cockpits* e atender a requisitos do: STANAG 4671, STANAG 4586 e MIL-STD-1472 (Hobbs, 2016; Salvendy, 2012).

Para a **consciência situacional**, Hobbs (2018) sugere a necessidade de manter o piloto em alerta, optando pelo projeto de estações de controlo que possuam alarmes sonoros, hápticos ou visuais, e que permitam trabalhar de pé.



A melhoria da **monitorização de dados de UAS** passa por analisar o tipo e a forma da informação disponibilizada; manter a atenção/*arousal* e a necessidade de haver limite de tempo em operação (Nisser & Westin, 2006; Bainbridge, 1987).

Para o **CRM** a bibliografia recomenda treino e cooperação entre os elementos da equipa e implementar os “5 C’s do CRM para drones” (Wolf, 2016).

Quanto à **organização temporal do trabalho** os operadores sugeriram a rotação de pessoal durante a operação para assegurar o descanso/refeições (duas equipas ou mais elementos); estabelecer um limite de horas em operação e de dias em missão; prever um dia de descanso semanal fora do local de operações; e na rendição de elementos entre missões, instituir um período de sobreposição.

Os **procedimentos**, na perspetiva dos IQ devem ser padronizados. A bibliografia refere a necessidade de existirem *briefings* e disciplina na verificação da *checklist* e a necessidade dos órgãos de ATC terem conhecimento atempado da falha de comunicações entre a GCS e o UA, bem como do comportamento expectável do UA nessa circunstância (Cardosi & Lennertz, 2017).

Tendo em conta a **escassez de recursos humanos** os operadores/IQ sugerem o reforço das equipas com mais elementos; a possibilidade de incluir na equipa elementos de outras especialidades para apoio às operações (gestão de tráfego aéreo ou informática). Destaca-se a preocupação dos operadores quanto ao impacto do recurso a *Augmentees* nas Unidades de colocação, referindo que a falta de reconhecimento pelas chefias da Unidade, que se veem confrontadas com a ausência de um militar durante um determinado período, não sendo asseguradas as suas funções.

Face ao até aqui analisado, e no que versa o **OG, analisar os principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores de UAS das FFAA em ambiente operacional**, verificou-se que os principais desafios estão relacionados com os FH identificados como negativos e que são maioritariamente do domínio cognitivo, seguido pelo organizacional e físico.

No **domínio cognitivo** destacam-se: a falta de treino regular; a inexistência de treino específico para os ambientes operacionais; a falta do curso CRM; a tomada de decisão em situações críticas; a manutenção da **consciência situacional**; o excesso de confiança na automação; a dificuldade em interpretar a informação da GCS; a carga mental de trabalho, sobretudo nas fases de aterragem e descolagem e em situações de emergência; a fadiga provocada pela duração da missão; os requisitos de monitorização



de dados (e.g., excesso de janelas/subsistemas a monitorizar e degradação da atenção) e o *stress*.

Os principais desafios apresentados no **domínio organizacional** foram: **os procedimentos**, as alterações sucessivas de *checklist* (atrasos na execução e necessidade permanente de adaptação); **a organização temporal do trabalho**, a falta de rotatividade de pessoal para assegurar descanso/refeições, a permanência em missão sem dia de descanso fora do local de operações e a rendição de equipas/elementos sem período de sobreposição; e a **escassez de recursos humanos**.

No **domínio físico** os principais desafios resultaram: **do design do local de trabalho** (ruído e falta de espaço na sala); **da má postura** (cadeiras); e **de fatores ambientais** (calor na pista).

Os desafios apontados vão ao encontro dos resultados de outras investigações.

Face aos resultados identificados nesta investigação há que enfatizar os **contributos para o conhecimento**, com o enriquecimento do conhecimento da temática da realidade do operador de UAS em contexto militar e da influência dos FH no seu desempenho, bem como as OM que poderão contribuir para otimizar o desempenho futuro dos operadores. Espera-se que estes contributos enriqueçam a *práxis* Institucional das FFAA.

Este estudo apresenta algumas **limitações**. Tratando-se de um estudo exploratório com uma amostra de conveniência, os resultados não podem ser generalizadas para o universo de operadores de UAS das FFAA, pelo que os FH identificados e os desafios encontrados referem-se a esta amostra em específico. Apesar destas limitações, considera-se que atendendo ao facto de nos encontrarmos numa fase inicial de emprego operacional dos UAS, o estudo exploratório, com recurso a entrevistas semiestruturadas, revelou ser a estratégia mais adequada e não compromete a robustez dos resultados obtidos, que são um contributo importante para compreender o fenómeno.

Convictos de que **estudos futuros** poderão ser desenvolvidos, deixam-se algumas considerações, nomeadamente a realização de estudos longitudinais nos três ramos das FFAA, permitindo perceber se os desafios identificados se mantêm ou se são influenciados por outras variáveis (e.g. tipos de missão, plataformas, experiência), e estudos a partir de grupos focais após o *terminus* das missões que permitam identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças percebidas no desempenho dos operadores.

Por último, sugere-se como **recomendação de ordem prática**: a constituição de um grupo de trabalho ou da existência de pontos de contacto, com elementos dos três ramos das



FFAA para partilha de boas práticas (e.g. reuniões ou visitas regulares) e eventual rentabilização de recursos (e.g. recrutamento, formação); à semelhança do RFA 500-2, a elaboração de um Regulamento específico para o Serviço Aéreo dos operadores de UAS, que defina: a prontidão, formação, qualificações, manutenção de qualificações, os períodos e limitações de atividade aérea e descanso, requisitos médicos, de apoio, de segurança e de emergência a que devem obedecer os operadores de UAS; a frequência do curso de CRM por parte de todos os operadores, de acordo com PDINST 144-15; a criação de um Programa de curso de fisiologia de voo, específico para operadores de UAS, que aborde os seguintes módulos: exercício físico e nutrição, *stress* autoimposto, fadiga e ritmos circadianos, desorientação espacial e visão; validação de instrumentos que possam ser aplicados aos operadores de UAS durante a missão que permita identificar os níveis de *stress*, fadiga e carga mental de trabalho percebidos pelos operadores, permitindo ao MC intervir atempadamente caso seja necessário.



Referências Bibliográficas

- Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN). (2013). *Emissão de Licenças Especiais de Aeronavegabilidade para Sistemas de Aeronaves não Tripuladas* (Circular n.º 1/2013). Lisboa: Autor.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: EDIÇÕES 70.
- Bainbridge, L. (1987). Ironies of automation. Em: J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds.), *New technology and human error* (pp. 271-283). New York: Wiley.
- Blazakis, J. (2004). *Border security and unmanned aerial vehicles* (Report RS21698). Washington, DC: Congressional Research Service, The Library of Congress.
- Calhoun, G. & Draper, M. (2006), Multi-Sensory Interfaces for Remotely Operated Vehicles. Em: N. J. Cooke, H.L. Pringle, H.K. Pedersen, & O. Connor (Eds.), *Human Factors of Remotely Operated Vehicles* (pp. 149-163). Oxford: Elsevier.
- Cardosi, K., & Lennertz, T. (2017). *Human Factors Considerations for the Integration of Unmanned Aerial Vehicles in the National Airspace System: An Analysis of Reports Submitted to the Aviation Safety Reporting System (ASRS)* (Rep. No. DOT/FAA/TC - 17/25). Washington D.C.: US Department of Transportation.
- Cohen R.A. (2011) Yerkes–Dodson Law. Em: J.S. Kreutzer, J. DeLuca, B. Caplan (Eds.), *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. Springer: New York.
- Comando Aéreo (CA). (2019). *Relatório da avaliação operacional da utilização de “Unmanned Aircraft Systems” para vigilância de incêndios florestais* (reservado). Monsanto: Autor.
- Cooke, N. J. (2006). Human Factors of Remotely Operated Vehicles. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 50(1), pp. 166–169. doi: 10.1177/154193120605000135
- Direção de Instrução (DINST). (2015). *PDINST 144-15 Programa do Curso de Operador de Unmanned Aircraft Systems (UAS classe I)*. Lisboa: MDN, Força Aérea.
- Eberman, H-J., Schreiderer, J. (2012). *Human Factors on the Flight Deck: Safe Piloting Behaviour in Practice*. London: Springer.
- Estado-Maior da Força Aérea (EMFA). (2013). *Regulamento de Serviço Aéreo* (RFA 500-2). Lisboa: EMFA/Divisão de Operações.
- European Commission (CE). (2019). *Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945 of 12 March 2019 on unmanned aircraft systems and on third-country operators of unmanned aircraft systems*. Retirado de http://data.europa.eu/eli/reg_del/2019/945/oj



- Exército Português (EP). (2012). *Publicação Doutrinária do Exército (PDE) 3-00 Operações*. Lisboa: Estado-Maior do Exército
- Fachada, C. P. A. (2015). *O Piloto Aviador Militar: Traços Disposicionais, Características Adaptativas e História de Vida* (Tese de Doutoramento em Psicologia). Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa [FPUL], Lisboa.
- Federal Aviation Administration (2016). *Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge*. Oklahoma City: United States Department of Transportation.
- Fortin, M-F. (2009). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. Loures: Lusodidacta.
- Gawron, V.J. (1998, junho). *Human factors issues in the development, evaluation, and operation of uninhabited aerial vehicles*. Paper apresentado na AUVSI '98: *Proceedings of the Association for Unmanned Vehicle Systems International*, Huntsville.
- Ghiglione, R., & Matalon, B. (2001). *O inquérito. Teoria e Prática*. Oeiras: Celta.
- Goodrich, M.A., & Cummings, M.L. (2015) Human Factors Perspective on Next Generation Unmanned Aerial Systems. Em: K. Valavanis, G. Vachtsevanos (Eds.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles* (pp. 2405-2423). Dordrecht: Springer.
- Presidência do Conselho de Ministros (PCM). (2013). *Conceito Estratégico de Defesa Nacional* (Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013). Lisboa: XXI Governo Constitucional.
- Guerra, I. (2006). *Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo. Sentidos e formas de uso*. Cascais: Príncipia.
- Human Factors and Ergonomics Society (HFES). (2007). *Human Factors Engineering of Computer Workstations*. Santa Monica: Autor.
- Hobbs, A., & Lyall, B. (2016). Human factors guidelines for unmanned aircraft systems. *Ergonomics in Design*. 24, pp. 23-28. doi:10.1177/1064804616640632
- Hobbs, A. (2018). Remotely Piloted Aircraft. In S. Landry (Ed.), *Handbook of Human Factors in Air Transportation Systems* (pp 379-395). Boca Raton: CRC Press.
- Hollnagel, E. (2003). *Handbook of cognitive task design*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- International Ergonomics Association (IAE). (2019, 22 de dezembro). Definition and Domains of Ergonomics [Página online]. Retirado de <https://www.iea.cc/whats/>



- International Civil Aviation Organization. (1998). *Human factors training manual*. (Doc 9683-AN/950) Montreal: Autor.
- International Civil Aviation Organization. (2011). *Unmanned aircraft systems* (Circular 328, AN190). Montreal: Autor.
- International Civil Aviation Organization. (2015). *Manual on remotely piloted aircraft systems (RPAS)* (Doc 10019 AN/507). Montreal: Autor.
- Joint Air Power Competence Center (JAPCC). (2010). *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO*. Germany: Joint Air Power Competence Centre.
- McCarley, J. S., & Wickens, C. D. (2004). *Human Factors Concerns in UAV Flight*. Paper apresentado na *UAVs Sixteenth International Conference*. Retirado de <http://www.andrew.cmu.edu/user/nbradley/afri/PAPERS/Mccarley,%20Wickens%20-%20Unknown%20-%20Displays%20and%20Controls%20Automation%20and%20System%20Failures.pdf>
- Joint Chief of Staff (JCS). (2020). *Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms*. Washington DC: The Joint Staff.
- McCarley, J. S., & Wickens, C. D. (2005). *Human factors implications of UAVs in the national airspace* (Technical Report AHFD-05-05/FAA-05-01). Atlantic City: Federal Aviation Administration.
- Morgado, J. A. N. V. P. (2016). *Sistemas Aéreos Autónomos Não-Tripulados nas Vertentes Militar, de Segurança e Civil: Definição de uma Estratégia Nacional* (Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial General). Instituto Universitário Militar [IUM], Lisboa.
- North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2012). *STANAG 4586 (Edition 3) – Standard interfaces of UAV control system (UCS) for NATO UAV interoperability*. Brussels: NATO Standardization Agency.
- North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2016). *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations* (AJP-3.3). Brussels: NATO Standardization Agency.
- North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2019a). *STANAG 4670 (Edition 5) – Minimum training requirements for Unmanned Aircraft Systems (UAS) operators and pilots*. Brussels: NATO Standardization Agency.



- North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2019b). *STANAG 4671 (Edition 3) – Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements (USAR)*. Brussels: NATO Standardization Agency.
- Nisser, T., & Westin, C. (2006). Human factors challenges in unmanned aerial vehicles (UAVs): A literature review. *School of Aviation of the Lund University, Ljungbyhed*. Retirado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.454.2233&rep=rep1&type=pdf>
- Park, E. S., Hinsz, V. B., & Ladbury, J. L. (2006). "A theoretical perspective on enhancing coordination and collaboration in ROV teams". Em: N. J. Cooke, H.L. Pringle, H.K. Pedersen, & O. Connor (Eds.), *Human Factors of Remotely Operated Vehicles* (pp. 299-309). Oxford: Elsevier.
- Pedersen, H., Cooke, N., Pringle, H., & Connor, O. (2006). "UAV Human Factors: Operator Perspectives". Em: N. J. Cooke, H.L. Pringle, H.K. Pedersen, & O. Connor (Eds.), *Human Factors of Remotely Operated Vehicles* (pp. 21-33). Oxford: Elsevier.
- Porat T., Oron-Gilad T., Rottem-Hovev M., & Silbiger J. (2016). Supervising and Controlling Unmanned Systems: A Multi-Phase Study with Subject Matter Experts. *Frontiers in Psychology*, 7(568). doi: 10.3389/fpsyg.2016.00568
- Manning, S. D., Rash, C. E., LeDuc, P. A., Noback, R. K., & McKeon, J. (2004). *The role of human casual factors in US army unmanned aerial vehicle accidents* (USAARL Report No. 2004-11). Fort Rucker: U.S. Army Aeromedical Research Laboratory.
- MIL-STD-1472G. (2012). Design Criteria Standard *Human Engineering*. Redstone Arsenal: Department of Defense.
- Reason, J. (1990). *Human Error*. New York: Cambridge University Press.
- Salvendy, G. (2012). *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (4.^a ed.). New York, Wiley.
- Society of Automotive Engineers (SAE). (2011). *Pilot training recommendations for Unmanned Aircraft Systems (UAS) civil operations* (SAE ARP 5707). Warrendale: Autor.
- Santo, P. (2010). *Introdução à metodologia das ciências sociais*. Gênese, fundamentos e problemas. Lisboa: Sílabo.
- Santos, L. A. B., & Lima, J. M. M. V. (Coords.) (2016). *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação*. Cadernos do IESM, 8. Lisboa: Instituto de



Ensino Superior Militar. Retirado de
https://cidium.ium.pt/docs/publicacoes/CADERNO_8.pdf

- Schmidt, J., & Parker, R. (1995, julho). *Development of a UAV mishap factors database*. Paper apresentado na Association of Unmanned Vehicle Systems International Unmanned Systems Conference, Washington, DC.
- Self, B., Ercoline, W., Olson, W., & Tvaryanas, A. (2006), "Spatial Disorientation in Uninhabited Aerial Vehicles". Em: N. J. Cooke, H.L. Pringle, H.K. Pedersen, & O. Connor (Eds.), *Human Factors of Remotely Operated Vehicles* (pp. 133-146). Oxford: Elsevier.
- Spravka, J. J., Moisiu, D. A., & Payton, M. G. (2005). Unmanned Air Vehicles: A New Age in Human Factors Evaluations. *Flight Test – Sharing Knowledge and Experience*, 5A, pp. 5-1 – 5-16. Retirado de:
<https://pdfs.semanticscholar.org/5320/086ceadeb7ee07af2aa7d52c2f8c96b43b4c.pdf>
- Szabolcsi, R. (2016). UAV Operator Training – Beyond Minimum Standards. *Scientific Research and Education in the Air Force*, 18(1), pp. 193-198. doi: 10.19062/2247-3173.2016.18.1.25
- Thompson, W. B., Willemsen, P., Gooch, A. A., Creem-Regehr, S. H., Loomis, J. M., & Beall, A. C. (2004). Does the quality of the computer graphics matter when judging distances in visually immersive environments?. *Presence Teleoperators & Virtual Environments*, 13(5), pp. 560-571. doi: 10.1162/1054746042545292
- Tomczyk, W. (s.d.). *Crew Resource applications in Unmanned Aerial Vehicles* (Applications in Crew Resource Management ASCI 516). Prescott: Embry Riddle Aeronautical University.
- Valenzano, A., Moscatelli F., Messina, A., Monda, V., Orsitto, R., Zezza, G., Fiorentino, G., Salerno, M., Triggiani, A.I., Viggiano, A., Mollica, M.P., Carotenuto, M., Monda, M., Cibelli, G. & Messina, G. (2018). Stress Profile in Remotely Piloted Aircraft Crewmembers During 2 h Operating Mission. *Frontiers in Physiology*, 9(461). doi: 10.3389/fphys.2018.00461
- Vicente, J. (2011). Sistemas de Aeronaves Não-Pilotadas: Contributos para uma Visão Estratégica. *Air & Space Power Journal em Português*, Volume XXIII, pp. 36-49.
- Williams, K. W. (2006). "Human Factors implications of Unmanned Aircraft accidents: flight-control problems". Em: N. J. Cooke, H.L. Pringle, H.K. Pedersen, & O. Connor



(Eds.), *Human Factors of Remotely Operated Vehicles* (pp. 105-116). Oxford: Elsevier.



Apêndice A — Descrição dos componentes de UAS e classificação NATO.

Tabela 3 – Componentes que constituem um UAS.

Componente	Descrição
<i>Unmanned Aircraft</i> (UA) ou <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV)	Veículo aéreo que não transporta um operador humano, utiliza a força aerodinâmica para voar autonomamente ou através de controlo remoto. Pode ser dispensável ou recuperável e transporta carga útil letal ou não letal (JAPCC, 2010). Segundo Spravka (2005) os níveis de controlo de voo (grau de automação) podem variar de total (e.g. Global Hawk), manual (e.g. Predator, operado através de um <i>joystick</i> e <i>throttle</i>), controlo de supervisão (operador tem ao seu dispor um teclado e rato com vista a dar comandos macro à aeronave, e.g. a direção e velocidade) e funcionamento cooperativo (em implementação).
Carga útil transportada	É constituída por sensores, relés de comunicação, armas ou outro tipo de carga, podendo ser transportada internamente ou externamente ao UA (JAPCC, 2010).
Elementos de controlo	Componente responsável por vários aspetos da missão, como é o caso do Comando e Controlo (C2), planeamento da missão, controlo da carga útil e comunicações. A parte física deste elemento onde se encontra o operador designa-se por UAS <i>Control System</i> (UCS)/estação de controlo, a qual poderá estar localizada em terra, no mar ou no ar. A estação de controlo, quando localizada em terra ou no mar, designa-se por <i>Ground Control Station</i> (GCS) (JAPCC, 2010).
Elemento humano	O elemento humano necessário para preparar e executar a missão é composto por: operador de <i>payload</i> (OP); operador de UAS/ <i>Internal Pilot</i> (IP); <i>External Pilot</i> (EP) que efetua a descolagem e aterragem manual em linha de vista; pessoal afeto à manutenção, e.g. mecânico de linha (MC); <i>Mission Commander</i> (MC) e o analista de informações (JAPCC, 2010).
Data links	São os canais de comunicação entre o(s) UA, elemento de controlo e utilizador. Os <i>data link</i> podem ser transmitidos em <i>Line of Sight</i> (LOS) ou <i>Beyond Line of Sight</i> (BLOS) via <i>Satellite Communication</i> (SATCOM) (JAPCC, 2010).
Apoio logístico	Constituído por todos os elementos de transporte, manutenção, lançamento e recuperação do UA, bem como os equipamentos necessários para permitir as comunicações (JAPCC, 2010).

Tabela 4 – Classificação de UAS.

Classe	Categoria	Emprego	Altitude de emprego	Raio da operação	Escalão apoiado	Exemplo
Classe III (> 600 kg)	Ataque / Combate	Estratégico / Nacional	Até 65.000 pés MSL	Ilimitado (BLOS)	Comando do teatro de operações	Reaper
	HALE	Estratégico / Nacional	Até 65.000 pés MSL	Ilimitado (BLOS)	Comando do teatro de operações	Global Hawk
	MALE	Operacional / Teatro	Até 45.000 pés MSL	Ilimitado (BLOS)	<i>Joint Task Force</i>	Heron
Classe II (entre 150 e 600 kg)	Tático	Formação tática	Até 10.000 pés AGL	200 km (LOS)	Divisão / Brigada	Watchkeeper
Classe I (inferior a 150 kg)	<i>Small</i> (> 15 kg)	Unidade tática (inclui sistema de lançamento)	Até 5.000 pés AGL	50 km (LOS)	Batalhão / Regimento	Scan Eagle
	Mini (< 15 kg)	Sub-unidade tática (lançamento manual)	Até 3.000 pés AGL	Até 25 km (LOS)	Companhia / Pelotão / Secção	Skylark
	Micro (< 66 J)	Sub-unidade tática (lançamento manual)	Até 200 pés AGL	Até 5 km (LOS)	Pelotão / Secção	Black Widow

Fonte: Adaptado a partir de NATO (2019a).



Apêndice B — Oportunidades de melhoria na operação de UAS (literatura).

FH (desafios)		Tipo de plataforma	Oportunidades de melhoria	Autores
Interface homem-sistema		Estações de controlo de UAS de classe II e III	A estimulação multissensorial poderá melhorar a consciência situacional e o desempenho (e.g., através de alertas sonoros, <i>displays</i> multimodais). A aplicação do design padrão de <i>cockpits</i> pode ajudar a melhorar algumas interfaces da Estação de controlo (Hobbs, 2016). Estabelecer orientações ao nível: Descrição de tarefas; Requisitos dos <i>displays</i> e controlos; Propriedades da interface (físicas e funcionais); Princípios gerais dos FH. Os requisitos podem ser consultados: STANAG 4671 e 4586 e MIL-STD-1472. E.g.: “ <i>the controls that necessitate a prompt reaction of the UAS crew must be accessible at the first level of the pull down menus</i> ” (NATO, 2019b, p. 1-I-9).	(Hobbs, 2016; Spravka, 2005; Cardosi & Lennertz, 2017; Calhoun & Draper, 2006; Salvendy, 2012)
Ambiente da Estação de Controlo		UAS classe II/III	O projeto de Estações de controlo deverá procurar manter ao máximo o piloto em alerta (e.g., ser possível trabalhar de pé). Apesar de existir pessoal de manutenção nas Estações de Controlo, a manutenção agendada (e.g. atualizações de software) não deverá ocorrer com o UA no ar.	(Hobbs, 2018)
Consciência situacional		UAS em geral (militares e civis)	Existirem alarmes sonoros, hápticos ou visuais para manter o operador informado sobre o estado do sistema.	(McCarley & Wickens, 2004; Hobbs, 2016; Spravka, 2005)
Automação do controlo de voo		UAS em geral	-	(Hobbs, 2016; McCarley & Wickens, s.d.; Spravka, 2005)
Carga de trabalho		UAS em geral	-	Spravka (2005)
Transferência de controlo		UAS classe II/III	Necessidade de existirem <i>briefings</i> e disciplina na verificação da <i>checklist</i> .	(Hobbs, 2016, 2018; Williams, 2006)
Características não convencionais dos UAS		UAS classe II/III	-	(Hobbs, 2016)
Monitorização de dados UAS		UAS em geral	Analisar que tipo e de que forma a informação é disponibilizada e qual a informação que deverá estar oculta. Ao longo da operação manter a atenção e “ <i>physical arousal</i> ”. Haver limite de tempo em operação.	(Nisser & Westin, 2006) (Bainbridge, 1987)
Controlo e comunicação via link de rádio		UAS em geral	O comportamento da aeronave em caso de perda de <i>link</i> deve ser previsível não apenas para piloto, mas também para o ATC, em termos de localização (e.g. <i>loiter</i>) e altitudes. Mudança de <i>squawk</i> pré-atribuído para indicar perda de link (ativado ao fim de um período sem link). Durante o planeamento do voo, o piloto deve ter em consideração a força prevista do <i>link</i> e desenvolver uma imagem 3D da força do sinal em várias altitudes e distâncias de uma antena localizada no chão.	(Hobbs, 2016; 2018; Cardosi & Lennertz, 2017)
Procedimentos de Gestão de Tráfego Aéreo		UAS em geral	Os órgãos de ATC deverão ter conhecimento atempado da falha de comunicações entre a GCS e o UA, bem como do comportamento expectável do avião nessa circunstância, e.g. existência de procedimentos padronizados, <i>briefings</i> , plano de voo, contactos em caso de emergência, procedimentos de perda de <i>link</i> e de planos de contingência.	(Cardosi & Lennertz, 2017)
Término do voo		UAS classe II/III	Os sistemas de término de voo nos UAS apresentam o risco de ativação não intencional. A exigência de 2 ações distintas, e.g. advertências sonoras e visuais, para a tripulação antes da ativação final do término do voo. O planeamento do voo deverá incluir a identificação de locais adequados para o término do voo (Hobbs, 2018).	(Hobbs, 2016, 2018)
Seleção e Treino / Formação		UAS em geral (militares e civis)	Cumprir o STANAG 4670 e aproximar o <i>knowledge, skills and abilities</i> (KSA) aos requisitos da ICAO (Szabolcsi, 2016). SAE (2011) elaborou recomendações para os requisitos de treino dos pilotos remotos que operam no espaço aéreo civil, nomeadamente haver treino focado em questões únicas, como decisões de término de voo, comunicação e coordenação com membros da tripulação remota, transferências de controle e o impacto de pistas sensoriais reduzidas na gestão de ameaças e erros.	(Cardosi & Lennertz, 2017; McCarley & Wickens, 2004; Pedersen, Cooke, Pringle & Connor, 2006; Szabolcsi, 2016)
Desempenho da equipa		UAS em geral	A operação de UAS por equipas especificamente atribuídas a estas tarefas, traz vários benefícios em termos de desempenho. Existir um programa de treino de equipas, desenvolvido para aumentar a coordenação entre elementos e diminuir as perdas do processo, que ajude a melhorar o desempenho da equipa e a reduzir os erros humanos. Este programa deverá facilitar ganhos de motivação e comportamentos de entreajuda, através do “estabelecimento, atuação, monitorização e modificação ao longo do tempo da rede que interliga e coordena os membros do grupo, tarefas e ferramentas.”(Park, Hinsz & Ladbury, 2006).	(Cooke, 2006; Park, Hinsz & Ladbury, 2006).
<i>Crew Resource Management</i> (CRM)		UAS militares da USAF (e.g. Predator)	O treino e a cooperação entre os elementos da equipa, de modo a agirem quando apropriado (e.g. situações de excesso de confiança e indiferença). Os 5 C’s do CRM para drones (Wolf, 2016): “ <i>Concise “Go/No-Go” criteria; Clear responsibilities and roles; Common language for standard and emergency procedures; Cross-check that gets everyone monitoring standard operations; Checklists with cross-talk during operations with negatives and affirmatives.</i> ”	(Tomczyk, s.d.)
<i>Stress</i>		RQ-1A Predator	-	(Valenzano et al., 2018)
Fadiga		Pilotos do Predador da FA americana	Tentativas de controlar a distração, como eliminar janelas ou proibir visitantes, poderão aumentar a monotonia. Ambientes confortáveis e pouco estimulantes tornam difícil para o pessoal permanecer em alerta.	(Hobbs, 2016, 2018; Pedersen, Cooke, Pringle & Connor, 2006; Cooke, 2006; Thompson et al., 2006)
<i>External Piloting</i>		UAS militares	Maior prevalência de erros, associados a dificuldades de controlo da aeronave por parte do EP, sobretudo durante a aterragem, e na transferência de controlo entre IP e EP (Cardosi & Lennertz, 2017; Williams, 2006, p. 105-116). Muitos sistemas atuais eliminaram a necessidade de um EP, ou tornando o processo de descolagem e aterragem automático.	(Cardosi & Lennertz, 2017; Williams, 2006, p. 105-116)
Desorientação espacial (DE)		UAS militares	Mais provável de ocorrer em operadores de UAV controlados manualmente com a visão egocêntrica (e.g. Predator), embora também possa ocorrer em EP (falsos horizontes ou ilusões noturnas). DE por efeitos visual-vestibular e somatossensorial pode ocorrer quando o UAV é operado a partir de uma plataforma móvel. Mecanismos visuais e fatores psicológicos (carga de trabalho / pressão do tempo) são os mecanismos mais comuns de DE em operações de UAV.	(Self, 2006)



Apêndice C — Lista de entrevistados (fase exploratória) e descrição de funções dos operadores de UAS.

Tabela 5 – Lista de entrevistados (fase exploratória).

Ramo	Nome	Unidade de colocação	Função	Data
FA	COR/PILAV João Vicente	CA	Chefe do Centro de Operações Aéreas	23/11/2019
FA	COR/PILAV José Diniz	Direção de Pessoal	Diretor de Pessoal	27/12/2019
FA	COR/TOMET Pedro Encarnação	Direção de Instrução	Subdiretor DINST	01/10/2019
FA	MAJ/PSI Pedro Piedade	Centro de Psicologia da FA	Psicólogo	17/10/2019
FA	TCOR/MED Marina Lopes	Hospital das Forças Armadas	Médica	30/10/2019

Tabela 6 – Descrição das funções dos elementos que operam os UAS nas FFAA portuguesas.

Marinha
<ul style="list-style-type: none">• Vehicle operator: Monta a aeronave. Tem o <i>end controller</i> na mão para dar indicações à aeronave (dá o <i>throttle</i> para início do voo), passa a aeronave para modo NAV e efetua o controlo da câmara.• Mission operator: Monta GCS e antenas. Possui o portátil (GCS), onde faz o planeamento de missão (parâmetros de voo), e o <i>data link</i>. Faz o lançamento da aeronave e acompanha o voo.• Podem rodar as funções entre eles.
Exército
<ul style="list-style-type: none">• Funções partilhadas de <i>safety pilot</i>, <i>internal pilot</i>, operador de <i>payload</i> e <i>maintainer</i>.
Força Aérea
<ul style="list-style-type: none">• Coordenador de Operações (pode acumular com Comandante de Missão): Assegura:<ul style="list-style-type: none">○ A prontidão da capacidade UAS, nas vertentes humanas e material○ A segurança da operação e cumprimento de procedimentos○ Coordenação com a Esquadra Independente de Tráfego Aéreo (EITA), CA/Centro de Reconhecimento e Vigilância (CeRVI) e Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC)○ A supervisão e acompanhamento de elementos em adaptação/qualificação operacional• Comandante de Missão:<ul style="list-style-type: none">○ A prontidão da capacidade UAS, nas vertentes humanas e material○ A segurança da operação e cumprimento de procedimentos○ Coordenação com a EITA, CA/CeRVI e ANEPC○ Assegura a produção e envio do MISREP e do reporte de missão para o CeRVI.• Operador/Piloto Interno: Comando e controlo do UAV, em segurança e seguindo os procedimentos definidos, conforme indicações do MC.• Piloto Externo:<ul style="list-style-type: none">○ Comando do UAV, em modo RC, nas fases de descolagem e aterragem○ Quando não empenhado, desenvolve ações de aprontamento e manutenção, até primeiro escalão, e poderá assumir as posições de IP e OP• Operador de payload: Comanda e controla os sensores disponíveis, em coordenação com os pedidos do MC ou IP.• Mecânico de Linha:<ul style="list-style-type: none">○ Apoia o EP, nas fases de preparação da aeronave e sistemas para o voo, descolagem e aterragem.○ Quando não empenhado, desenvolve ações de aprontamento e manutenção, até primeiro escalão, e poderá assumir as posições de IP e OP

Fonte: Adaptado a partir de Silva (*op. cit.*), Chora (*op. cit.*) e Simões (*op. cit.*).



Apêndice D — Mapa conceitual.

Objetivo Geral	Analisar os principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores de UAS das FFAA em ambiente operacional.				
Objetivos Específicos	Questão Central	Quais os principais desafios associados aos fatores humanos que enfrentam os operadores das FFAA em ambiente operacional?			
	Questões Derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores	Técnicas de recolha de dados
OE1 Analisar os fatores humanos que influenciam o desempenho do operador de UAS	QD1 Quais os fatores humanos que influenciaram positivamente/negativamente a operação dos UAS?	Fatores Humanos	Cognitiva	Treino e experiência	Entrevistas semiestruturada
				Consciência situacional	
				Carga mental de trabalho	
				Interface sistema-homem	
				Fadiga	
				Formação	
				Stress	
				Monitorização de dados	
				Tomada de decisão	
				Automação do controlo de voo	
			Organizacional	Trabalho em equipa	
				Adequação das condições de alojamento/refeições	
				Organização temporal do trabalho	
				Motivação	
				Liderança	
				Comunicações	
				Supervisão	
				Procedimentos	
				Escassez de recursos humanos	
				Fatores ambientais	
			Física	Design do local de trabalho	
				Postura no trabalho	
				Segurança	



O operador de UAS (*Unmanned Aircraft System*) no contexto militar: Desafios e oportunidades no atual ambiente operacional

OE2 Formular oportunidades de melhoria	QD2 Quais são as oportunidades que podem contribuir para melhorar o desempenho dos operadores de UAS?	Oportunidades de melhoria	Organizacional	Organização temporal do trabalho	Entrevistas semiestruturada
				CRM	
				Recursos Humanos	
				Liderança	
				Procedimentos	
				Gestão dos tempos de descanso pelos operadores	
			Cognitivo	Treino e Experiência	
				Formação	
				Interface sistema-homem	



Apêndice E — Guião de entrevista aos responsáveis pela operação dos UAS nos três ramos das FFAA portuguesas.

Parte I – Dados de identificação do entrevistado

Nome: Ramo:

Posto: Especialidade: Funções que desempenha atualmente:

Parte II – Doutrina e visão estratégica

1. Existe doutrina para a operação de UAS no ramo?
2. Qual é que é a visão estratégica do ramo relativamente ao emprego de UAS?
3. De que modo os UAS integram as capacidades já existentes no ramo?
4. Existe um conceito de operações (CONOPS)?

Parte III – Plataformas UAS

5. Quais são os meios UAS que operam? (plataforma, formas de lançamento/descolagem)
6. Que tipo de automatismo possuem (manuais, totalmente autónomos ou uma combinação – especificar para cada plataforma)?
7. Na atualidade, qual é que é o emprego operacional de UAS no ramo (tipologia de missões)?
8. A curto/médio prazo prevê-se a aquisição/utilização de outros UAS? Quais?

Parte IV – Caracterização dos Operadores e Formação

9. Como é que é feito o recrutamento e seleção (requisitos preferenciais para seleção dos operadores: idade limite, posto, por exemplo ser detentor de curso de aeromodelismo, curso de pilotagem, domínio do inglês, testes médicos, físicos e psicotécnicos)? Que organismos do ramo é que envolve? Existe algum documento que aborde estes pontos?
10. Qual é que é o quantitativo atual de operadores do ramo?
11. Dispõe de dados de caracterização dos operadores de UAS que me possa facultar (idade, género, posto, especialidade, tempo de experiência na função de operador, média de horas a operar, se estão aptos a operar todas as plataformas)?
12. Os operadores de UAS dedicam-se em exclusivo a esta função ou acumulam com outras funções (caso acumulem explicar o *modus operandi*)?
13. Tem havido muita rotatividade de operadores (entradas e saídas ou tem sido um grupo que se mantém estável)?
14. Qual a formação que possuem para operar os UAS (cumpram STANAG 4670)?



15. Onde é que obtiveram essa formação?
16. A formação ministrada está certificada?
17. Foi identificada alguma necessidade adicional de formação, e.g. na área de CRM?
18. Existe algum manual/procedimento de manutenção das qualificações?
19. Quais são os requisitos de manutenção dessas qualificações (periodicidade e treino)?

Parte V – Descrição de funções e organização do trabalho

20. Descrição das funções previstas para o operador de UAS (existe manual de operação)?
21. Qual a composição da equipa em cada operação de UAS (n.º operadores/plataforma)?
22. Quais as funções de cada elemento?
23. Existe transferência de controlo do UAS entre operadores/equipas?
24. Qual a duração de uma missão e períodos de descanso?
25. Qual o ambiente da missão (interior/exterior)?
26. Os operadores realizam procedimentos de coordenação com órgãos ATM?
27. Os militares que operam os UAS estão inseridos numa Esquadra de voo?
28. Qual a tipologia de exercício das funções (acumulação de funções/exclusivo)?

Parte VI – Desafios e oportunidades no âmbito dos fatores humanos

29. Na tabela que se segue são identificados e descritos um conjunto de fatores humanos referidos na literatura como condicionantes da atividade dos operadores de UAS em contexto operacional. Já identificou algum destes fatores em contexto operacional? Se sim, quais e em que circunstâncias é que se verificaram.

Fator Humano	Descrição/Exemplo
Perda de Consciência situacional / <i>Situational awareness</i>	The UAV operator has no out-the-window view to assist with navigation, collision avoidance, or weather awareness. The absence of auditory, proprioceptive, and olfactory sensations may also make it more difficult to monitor the state of the aircraft. Onboard cameras covering a restricted FOV ¹⁰ .
<i>Workload</i> vigilância e	Sum of the task demands imposed upon an operator, as well as the operator's subjective response to those demands. The same given task might represent a reasonable amount of workload for an experienced operator, yet overtax a novice.
Confiança na Automação / <i>UAV control level</i>	Potential contributing factors: Increases in mental workload ; Loss of Situation Awareness ; Skill degradation; Automation-induced complacency ¹¹ (UAV pilots may have much more difficulty resolving unexpected problems due to being “out-of-the-loop”); Overconfidence .
Fadiga	Can be explained as a general lack of alertness and deprivation in mental and physical performance, e.g., procedural errors, unstable approaches, lining up with the wrong runway, and landing without proper clearances. Shift work may cause fatigue, and eventually this fatigue decreases reaction times (ACC, 2014).

¹⁰ *Field Of View*.



Trabalho de equipa	Ground control station personnel, the external pilot, the technical crew, the control tower and air traffic controller are all required to demonstrate flawless teamwork in order to ensure a safe flight. Team communication.
Tomada de decisão / Risk Management	Operational Risk Management: “a decision-making process to systematically evaluate possible courses of action, identify risks and benefits, and determine the best course of action for any given situation” (US Air Force [USAF], 2000, p. 1)
Procedimentos de gestão de tráfego aéreo	Comunicação e procedimentos aeronáuticos, por exemplo: - Datalink delays may be expected to add as many as several seconds to the communications loop between UAV operators and ATC; - Predictable autonomous behavior should a UAV adopt following a loss of ground-to-air communications.
Monitorização da performance do UAS	Increased monitoring requirements add to the cognitive workload and can, if not caution is taken, overload the human operator with information. Humans are especially poor at monitoring for long periods of time, and their ability to detect failures degrades quickly.
Ambiente e Aspectos Ergonómicos / ¹² <i>Pilot Interface: Perceptual And Cognitive Issues</i>	Human-System integration (HSI): - Display: poor spatial resolution; limited FOV; low update rates; delayed image updating; - Controls: Ground Control Station (Internal Pilot); Radio-control (External pilot); Displays and controls be standardized.
<i>Control and communication via radio link</i>	The UAS pilot must monitor and anticipate the quality of the control link and be prepared for link interruptions. Link latencies may make direct manual control difficult and may disrupt voice communications when these are relayed via the radio link.
<i>Spatial Disorientation</i>	Spatial Disorientation is predicted to be most likely for a manually controlled UAV with either external or egocentric view when operated from a <u>mobile</u> .

30. Identifica outros que não tenham sido mencionados?
31. Quais são as oportunidades de melhoria que identifica que possam mitigar os fatores humanos condicionantes identificados?
32. Tendo em conta que existe uma diversidade de UAS e tipologias de missões nas FFAA, bem como diferentes níveis de maturidade na utilização deste tipo de plataformas, considera ser mais profícuo analisar os fatores humanos elaborando um estudo transversal aos operadores de UAS ou um “estudo de caso” relativo a uma missão específica/plataforma de um dos ramos das Forças Armadas?
33. Do seu ponto de vista, que outras questões considera pertinentes estudar no âmbito dos operadores de UAS?

¹² Por exemplo: *Display* e controlos (Ground Control Station).



Apêndice F — Guião de entrevista efetuada aos operadores de UAS da FA.

Parte I – Dados sociodemográficos do operador de UAS

1. Idade
2. Género
3. Posto
4. Especialidade
5. Habilitações literárias

Parte II – Dados Técnico-profissionais

Funções

6. Funções que desempenha atualmente na Força Aérea (Unidade de Colocação)
7. Funções que desempenha na operação de UAS

Formação

8. Tipo de formação ministrada para operar UAS
9. Local de formação
10. Outros cursos relevantes
11. Competências linguísticas (nível de inglês – SLP)
12. Efetua a manutenção das qualificações?
13. Qual o período máximo que esteve sem operar desde a conclusão do COUAS?
14. Quais os modelos de UAS que operou/opera?
15. N.º de anos a operar UAS?

Para efeitos da presente investigação considera-se que os Fatores Humanos são “um campo multidisciplinar que abrange as ciências comportamentais e sociais, engenharia e fisiologia, para considerar as variáveis que influenciam o desempenho individual e da equipa com o objetivo de otimizar o desempenho humano e reduzir erros.” (FAA, 2016, p. G-15).

Parte III – Fatores humanos que influenciam o desempenho do operador de UAS e oportunidades de melhoria.

Considere o ambiente operacional da missão UAS de vigilância terrestre que decorreu na serra da Lousã durante o período de junho a setembro de 2019 e no qual esteve a operar.

16. No seu entender, quais foram os FH que influenciaram positivamente/negativamente a operação dos UAS? Em que circunstâncias se evidenciaram?
17. De que forma é que alguns dos FH que identificou poderiam ser atenuados/melhorados/ultrapassados?



Apêndice G — Guião de entrevista ao responsável pelo Destacamento UAS da FAB.

1. UAS characteristics (Hunter):
Model
Needs external pilot (for take-off and landing)?
Automation: Manual (like Predator), Supervision control or Total automated (like Global Hawk)?
Operated since when by Belgium?
2. Crew constitution:
Number of elements and functions?
3. For UAS Operators only:
Selection criterias?
Training and qualifications (Formation school; Is in accordance to Stanag 4670)?
Minimal period of time and flight hours necessary to maintain UAS qualifications?
They have other specific formation like Crew Resource Management (CRM)?
Middle age of the operators elements? Is there a limit age?
Military rank (officer or sergeant) and specialty?
UAS operator also makes maintenance or other functions?
Only operates Hunter or other platforms?
Pilot licence is a factor to operate?
Has there been a lot of operator turnover (in/out from the squade or has it been a stable group)?
What are the periodicity and training requirements to maintain the qualifications?
4. Mission details:
Mission typology?
Segregated air space?
Total time in mission?
Day and night operations?
UAS complements manned aircraft's missions?
Ground Control Station (GCS) platform - fixed or mobile?
The UAS operators make some ATC coordination?
What are the advantages and disadvantages of UAS in fulfilling these missions compared to other manned weapon systems?
In the short / medium term is it foreseen to use UAS in other missions? Which are?
5. UAS Operation details:
Maximum Operation time per UAS operator (Max time in mission)?
Rest time between missions?
There are some differences between day and night operations? Which are?
There is Control transfer between team elements or GCS handover?
6. Human Factors that affects positively and negatively to the UAS operation (and circumstances in which that happened)?
Some Human Factors examples are: Human system interface (Displays, Controls, access various control menus in GCS), Fatigue, Auto impose Stress, ATC procedures and communication, Degree of Automation (impact in mental workload and situational awareness), Team work, Crew selection and training, Spacial disorientation.
Measures taken to mitigate the identified Human Factors conditioning factors (previously mentioned)?



Apêndice H — Fatores Humanos identificados pelos IQ e Operadores de UAS.

Tabela 7 – FH identificados pelo IQ do Exército com influência negativa

Categoria	Unidade de Registo	n
Treino e experiência	“Quando deixamos de operar durante um período de tempo, passados 3 ou 4 meses, e como ainda estamos nesta fase inicial, é necessário voltar a ler o syllabus do curso para ver o que nos esquecemos, para voltarmos a operar.” (IQ3)	1
Tomada de decisão	“Quanto à tomada de decisão é importante sobretudo quando é feito um mau lançamento manual do avião, em que o piloto tem de decidir se deve dar <i>throttle</i> para a aeronave seguir ou fazer <i>autoland</i> para ela aterrar, pode bater no chão e danificar uma asa.” (IQ3)	1

Tabela 8 – FH identificados pelos IQ da FA com influência positiva.

Categoria	Unidade de Registo	n
Motivação	“Aspetos financeiros: em termos motivacionais, é crucial que as ajudas de custos sejam adequadas ao regime de empenhamento na missão.” (IQ1) “Exterior (tempo e meio de transporte): o acesso ao exterior (restaurantes, bar, parques, passeios, etc.) ajuda a motivar o pessoal e oferece uma boa fonte de distração/regeneração de energia para os elementos.” (IQ1) “Reconhecimento: o reconhecimento das chefias do esforço desenvolvido é crucial e deverá, quando adequado, ser vertido em escrito e de forma pública.” (IQ1) “A publicidade às ações desempenhadas pelos militares promove o reconhecimento civil das suas ações e ajuda a que os mesmos se sintam valorizados e parte de algo valioso e distinto.” (IQ1) “Motivação por missão bem cumprida.” (IQ2) “Desafio por fazer algo inovador.” (IQ2)	6
Adequação das condições de alojamento / refeições	“A Refeições: desejavelmente, deverá ser possível aceder a refeições quentes em horários normais.” (IQ1) “Proximidade entre alojamento e local de trabalho – é importante minimizar o tempo e distância que separam um do outro, a fim de assegurar que não se consome o potencial de energia dos militares.” (IQ1) “Alojamento: é crucial que a qualidade do alojamento seja adequada ao descanso exigido aos militares.” (IQ1)	3
Liderança	“Acesso à chefia: é importante que o militar se sinta confortável em abordar a chefia para apresentar problemas que o estejam a afetar ou que tenham potencial para tal (de serviço ou pessoais).” (IQ1) “A Eventos sociais: promoção de eventos sociais (jogos, petiscos, etc) promovem a descontração e a aproximação entre os elementos duma equipa.” (IQ1) “Ser bem liderado ou sentir nos outros o reflexo de uma liderança positiva e bem recebida.” (IQ2) “Necessidade de dar o exemplo, como comandante de missão.” (IQ2)	4
Trabalho em equipa	“Espírito de equipa e coesão.” (IQ2) “Sentimento de pertença.” (IQ2)	2
Organização temporal do trabalho	“Hora do dia a que se costuma voar -- tipicamente alinhada com os ciclos circadianos, i.e., não haver voo noturno ajuda no cumprimento da missão sem erros.” (IQ2)	1
Design do local de trabalho	“Local de trabalho: é conveniente que o local seja aprazível, seja ao nível de acessos, visibilidade, luz natural, temperatura, espaço de trabalho e disposição dos equipamentos, etc.” (IQ1) “Aspetos ergonómios influenciam determinantemente o desempenho do pessoal em operações longas – seja como IP, seja como EP.” (IQ2)	2
Fatores ambientais	“Temperatura confortável na GCS.” (IQ2)	1
Stress	“ <i>stress</i> [...] que aumentam o estado de " <i>arousal</i> "/excitação/atenção.; excitação provocada por desafios na operação (incêndios detetados, identificação de embarcações ou alvos de interesse) (IQ2)	1

Consciência Situacional	“[...] situational awareness, que aumentam o estado de " <i>arousal</i> "/excitação/atenção.” (IQ2)	1
-------------------------	---	---

Tabela 9 – FH identificados negativamente pelos IQ da FA no domínio cognitivo.

Categoria	Unidade de Registo	n
Treino e experiência	“Apesar da formação de base ser bastante sólida, a falta de aplicação prática e experiência, resulta na incapacidade para compreender e aplicar conceitos base. [...] falhas nos procedimentos: Pontual, fruto da inexperiência, e outras depois de alguma experiência por relaxamento, incompreensão ou desvalorização.” (IQ1) “Falta de treino e experiência.” (IQ2)	2
Carga mental de trabalho	“Por ex: Na Lousã, o IP tinha de assegurar as comunicações aeronáuticas nas fases de decolagem e aterragem. Este fator adicional resultava, para os operadores menos experientes, num incremento significativo do <i>workload</i> [...] operar o UAV e falar no rádio.” (IQ1) “Por vezes, por acumulação de tarefas referidas (telefones a tocar, navegação, coordenação com OP).” (IQ2) “Operação (IP) e coordenação de missão + comunicação com ATC tornou-se desgastante [...].” (IQ2) “Na necessidade de executar procedimentos de decolagem expeditos para antecipação de decolagem.” (IQ2) “Em caso de falha de comunicações (<i>link</i>) em que o IP tem que executar as tarefas de forma automática (denotado em operadores menos experientes).” (IQ2) “Demasiado tempo em operação na mesma posição (IP ou OP) causa perda de foco e atenção.” (IQ2) “Operação (IP) e coordenação de missão + comunicação com ATC tornou-se desgastante [...].” (IQ2)	7
Fadiga	“Terá havido algum pessoal que reportou que a situação era penosa, isto é, queixaram-se de saturação por estar muito tempo em missão. Em média eram feitas 10 horas diárias (<i>duty time</i>), 7 dias por semana, tendo em conta que existiam dias mais relaxados havia 14 horas de descanso. As condições eram favoráveis. Não se apercebeu, mas alguns reportaram.” (IQ1) “Operações contínuas, com coordenação da missão durante e após o voo leva, facilmente, a acumulação de fadiga, aumentando a probabilidade de erro e má conduta.” (IQ2)	2
Interface sistema-homem	“Apesar de ter havido um procedimento de uniformização de <i>layout</i> de janelas na GCS do operador, assistiu-se a uma suposta falha na comutação de <i>links</i> que resultou numa falha de <i>link</i> . O facto de não haver uma clara distinção (além da posição, ex: com cores) potenciou o erro.” (IQ1) “O produto não está fechado. Foram apontados alguns pedidos de melhoria e enviados para a UAVision.” (IQ1)	2
Stress	“ <i>Stress</i> induzido pela incapacidade de avaliar os conhecimentos de operadores menos experientes sob comando.” (IQ2)	1
Automação do controlo de voo	“Notado pela equipa (IP – EP) na medida em que se confia no sistema e ele acaba por falhar: falha de motor na Croácia; falha de <i>stall</i> na Croácia; confirmar que o sistema está OK e notar passado demasiado tempo que as temperaturas do motor estão frozen há algum tempo.” (IQ2)	1
Perda da consciência situacional	“Falha na situational awareness quando na posição de OP com alguma desorientação do sentido que a gimbal estava a apontar [...]. Falha/desorientação na determinação de azimutes a um ponto no terreno.” (IQ2)	1
Monitorização dos dados UAS	“Excesso de janelas e subsistemas a monitorizar induzem a falta de foco e perda de atenção.” (IQ2)	1
Tomada de decisão	“Decisão de go/no-go de missão mediante erros nas leituras de sensores de bordo e meteo vs a necessidade de executar os voos por imperativo de projectos, demonstrações e IRS.” (IQ2)	1

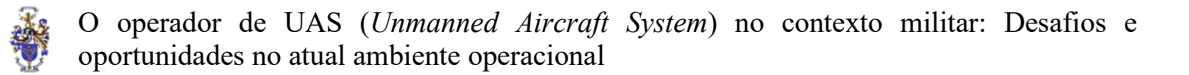


Tabela 10 – FH identificados pelo IQ do Destacamento Belga com influência negativa.

Categoria	Unidade de Registro	n
Interface sistema-homem	“GCS é desprovida de alarme sonoro: todas as falhas críticas (motores, superfícies de controle de servos, sensores) são apenas visuais em uma lista de aviso com cores diferentes, dependendo do tipo de falhas.” (IQ6)	1
Consciência situacional	“Falhas falsas degradam a atenção: o sistema deteta muitas falhas falsas. O nível de detecção é muito alto.” (IQ6)	1
Monitorização dos dados	“Tempo longo de missão: a persistência do UAV é uma das vantagens mais importantes. Realizar missões durante horas no mesmo alvo, às vezes pode ser chato.” (IQ6)	1
Comunicações	“Priorização: muitos meios de comunicação (em excesso) na GCS (3 rádios, 2 telefones, 1 ponto a ponto, chat): o MC ou o RTO estão usando o chat. Ou o RTO via fones de ouvido.” (IQ6)	1
Recursos humanos	“O recrutamento de oficiais é lento. Isso afeta negativamente a operação do UAV. Após o voo, permanece o trabalho de escritório.” (IQ6)	1

Tabela 11 – Quadro síntese dos FH que influenciaram positivamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio organizacional.

Categoria		Unidade de Registro	n
Trabalho em equipa	em	“[...] sempre na perspectiva de cumprir a missão, sermos uma equipa.” (EO1)	8
		“[...] o trabalho de equipa foi muito bom [...] o espírito de grupo, engloba não só as relações interpessoais, mas também o apoio dado à operação/procedimentos, a partilha de informação entre os elementos da equipa.” (EO2)	
		“[...] houve esse espírito de equipa que faz muito parte deste tipo de operações.” (EO3)	
		“[...] motivação do pessoal, conseguiu-se uma boa equipa, disponibilidade total do pessoal independentemente do número de dias e horas seguidos que operávamos.” (EO4)	
		“Existiu uma grande entreaajuda entre todas as partes envolvidas, entre todos os elementos da equipa.”(EO5)	
		“[...] grande parte dos operadores já trabalhavam há muito tempo, era uma equipa que já tinha muitas horas conjuntas.” (EO6)	
		“[...] os elos de amizade entre os operadores, para que a missão fosse cumprida na totalidade [...] as pessoas que têm muita experiência levam que pessoas mais novas como eu que já não operava à [...] a adquirir mais facilmente a proficiência necessária para o cumprimento das missões.” (EO7)	
		“A interação entre a equipa foi muito boa, apesar da panóplia enorme de especialidades e capacidades tão diferentes” (EO8)	
Organização temporal do trabalho	do	“[...] com as 2 horas de operação no máximo para rodar de posição era indicado para o nível de experiência que nós tínhamos.” (EO1)	6
		“[...] também a proximidade ao aeródromo.” (EO2)	
		“[...] correu bem, quer ao nível da permanência em missão quer ao nível da operação das 8h às 18h, em média 10 horas diárias, 7 dias por semana.” (EO5)	
		“[...] a rotatividade entre funções ajuda muitíssimo a fazer as 5 horas de operação no ar. Porque a gente está a operar como IP, depois passamos para payload que é menos exigente e depois descanso.” (EO6)	
		“[...] a modalidade de adaptação foi adequada, isto é, termos um voo a meio da missão [...] Depois temos a injeção de stress que é a descolagem, tens muita coisa a fazer, tens a checklist e muita informação e por fim tens a aterragem.” (EO8)	
Adequação das condições de alojamento / refeições	de	“Positivamente, as instalações estarem ao pé, tínhamos horas de descanso suficientes.[...] horários também foram bons [...]. Em termos de organização temporal do trabalho acho que o chefe não poderia ter feito melhor [...] em termos de folgas com o pessoal que tinha. [...] a rotatividade entre funções ajuda muitíssimo a fazer as 5 horas de operação no ar. Porque a gente está a operar como IP, depois passamos para <i>payload</i> que é menos exigente e depois descanso”. (EO9)	5
		“Ao nível das condições de alojamento, foram boas.” (EO2)	
		“As instalações onde dormíamos eram bastante agradáveis / acolhedoras” (EO3)	
		“Boas condições de alojamento.” (EO4)	
		“Em termos de alimentação, ao almoço funcionou bem, porque o restaurante era ali perto.” (EO8)	
		“Positivamente destaco os alojamentos, as refeições e a cidade.” (EO9)	

Comunicações	<p>“[...] cuidado de quem chefiava a missão de partilhar todas as informações, o que permitia tirar o peso sobre nós e manter-nos todos dentro do assunto, relativamente ao tráfego aéreo, comunicações, em qualquer altura qualquer pessoa poderia substituir a outra.” (EO2)</p> <p>“O facto de existirem os briefings e debriefings foi positivo para o pessoal estar a par das alterações de procedimentos e melhorias, devido aos erros cometidos pelo pessoal.” (EO5)</p> <p>“[...] quando tínhamos de comunicar com Batina, tráfego aéreo, houve uma preocupação em comunicar de forma aeronáutica.” (EO8)</p>	3
Supervisão	<p>“[...] existia sempre alguém a supervisionar, quer fosse o MC ou outro operador em redundância, o que transmitia mais confiança, para fazer um reforço de atenção. “Tínhamos pessoal com pouca experiência que era supervisionado, [...] e foi possível gerir melhor a carga de trabalho do pessoal.” (EO4)</p> <p>“[...] a forma de integração na missão. Primeiro vemos como estão a operar, depois somos gradualmente integrados [...] aumentando a complexidade das tarefas e também com a sobreposição com outros elementos [...]. Se não existisse supervisão por parte do pessoal mais experiente, seria muito difícil em operar em segurança [...]. O facto de operar 2 semanas seguidas não se ganha a proficiência necessária para se operar em segurança, sem supervisão.” (EO5)</p> <p>“Ajuda também ao nível de entreajuda e supervisão entre elementos de equipa, como por exemplo fazer <i>call outs</i> entre tripulantes.” (EO9)</p>	3
Liderança	<p>“[...] o TCOR Silva fez o trabalho de fundo de preparar a missão em toda a sua complexidade e isso tornou possível o pessoal chegar e adaptar-se [...]. Se o chefe proporcionar bom ambiente e camaradagem, o destacamento custa menos a passar por todos os elementos. Como se motiva, através dos briefings, discursos construtivos e dando o exemplo.” (EO9)</p>	1

Tabela 12 – Quadro síntese dos FH que influenciaram positivamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio físico.

Categoria	Unidade de Registro	n
Ambientais	“Tínhamos ar condicionado nos dias de maior calor” (EO1)	7
	“Havia alturas em que havia muito calor, mas tínhamos ar condicionado” (EO2)	
	“De resto, frio, calor não houve problema, tínhamos ar condicionado.” (EO5)	
	“Houve dias bastante quentes mas tínhamos ar condicionado que funcionava razoavelmente.” (EO6)	
	“Para fazer face ao calor tínhamos o ar condicionado.” (EO7)	
	“[...] tínhamos ar condicionado.” (EO8)	
Design do local de trabalho	“Não estávamos expostos ao frio ou calor.” (EO9)	4
	“Em termos de condições de trabalho eram boas.” (EO4)	
	“[...] o local de trabalho e as condições de trabalho também foram agradáveis de forma que também ajudou para que a motivação estivesse sempre presente.” (EO7)	
	“Em termos de ruído era adequado. Ouvíamos os alertas dos GIPS, da saída dos helicópteros.” (EO8)	
	“As condições de operação em que estávamos a operar também eram boas, quer na torre quer no hangar.” (EO9)	
Segurança	“[...] é garantida a segurança da missão.” (EO1)	4
	“[...] tentamos fazer sempre as coisas melhor e em segurança possível.” (EO3)	
	“Como o pessoal estava muito motivado, conseguiu-se cumprir a missão com segurança.” (EO4)	
	“[...] nunca existiu insegurança na operação do meio.” (EO5)	

Tabela 13 – Quadro síntese dos FH que influenciaram positivamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio cognitivo.

Categoria	Unidade de Registro	n
Treino e experiência	“Na parte das comunicações com o ATC e tráfego, não senti dificuldades tendo em conta ter formação em pilotagem.” (EO3)	4
	“[...] tínhamos a experiência da Croácia.” (EO4)	
	“Ao longo da missão, as arestas que eram necessário limar foram limadas, os operadores foram ganhando mais experiência e a operação torna-se mais expedita e suave.” (EO6)	
	“[...] a formação inicial, foi bastante exigente e muito abrangente, fazendo com que tivéssemos mecanismos já na nossa base para trabalharmos de uma forma assertiva.” (EO7)	



Tabela 14 – Quadro síntese dos FH que influenciaram negativamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio cognitivo.

Categoria	Unidade de Registo	n
Treino e experiência	“O que afeta mais o desempenho é a falta de treino e a experiência [...] estar muito tempo sem operar, 8 meses, provoca muita inércia [...]. A primeira semana na Lousã foi terrível porque todo o conhecimento que tínhamos era relativo a outro cenário e a outras condições [...] tínhamos de comunicar por radiofrequência com outras aeronaves, CRC, Torre e isso altera consideravelmente o tipo de operação, para o qual não estamos assim tão treinados / rotinados.” (EO1)	9
	“Quanto mais as pessoas estiverem habituadas, treino, menor será o stress em determinadas situações da operação. [...] Começámos a operar mais alto, diferente do que operávamos em treino. O treino foi sobre o mar e não sobre a terra.. [...] o treino também ajuda na proficiência dos operadores.” (EO2)	
	“Uma pessoa com 8 meses parado não estava tão eficiente como uma pessoa que opera de rotina [...]. O tipo de missão era completamente diferente, novo, diferente da Croácia [...] nunca tínhamos operado sobre terra, com habitações e com tráfego civil. [...] pelo que para o ano já temos o background [...]”. (EO3)	
	“[...] largos tempos sem operar [...] implicou um período muito alargado de reaprendizagem [...]. Tínhamos pessoal com pouca experiência que era supervisionado [...]”. (EO4)	
	“[...] interregnos entre operações, dificulta o estar a par de todas as alterações do sistema quer ao nível de software quer ao nível de procedimentos, bem como ao nível da proficiência gera insegurança no próprio operador [...]. Falta de experiência, leva a falhas menores nas comunicações com ATC, aeronaves na área e EITA. [...] e com a falta de proficiência gera insegurança no próprio operador.” (EO5)	
Formação	“No início houve um ou outro elemento que deveria ter tido um pouco mais de treino.” (EO6)	7
	“[...] eu que já não operava há [...] meses [...]. A proficiência tem que ser demonstrada a cada 6 meses e há certos voos que têm de ser executados a cada 3 meses, portanto este tipo de refrescamento/manutenção de qualificações não é feito. Relativamente às comunicações deveria ser mais treinado, carece de mais treino.” (EO7)	
	“Em termos de experiência notou-se especialmente ao início [...] Especialmente a primeira semana foi exigente para nos adaptarmos.” (EO8)	
	“[...] sistema de se fazer o [treino] mínimo na Ota também não funciona por causa da meteorologia.” (EO9)	
	“Não cheguei a fazer o CRM.” (EO1)	
Stress	“Falta-nos o CRM.” (EO2)	5
	“Não cheguei a fazer o CRM.” (EO3)	
	“Outra coisa que correu menos bem foi a operação dos sensores, uma vez que não tivemos formação, foi adquirida em operação real, e em operação em ambiente terrestre foi mais notória porque o pessoal não sabia identificar distâncias, por exemplo uma coluna de fumo que julgávamos estar a 20 milhas, [...] estava fora da zona de operação, a cerca de 40 milhas do local da identificação, isso mostrou a dificuldade em reconhecer a orografia, reconhecer pontos de referência num mapa. A parte de CRM [...] a maior parte dos operadores não ter o curso.” (EO4)	
	“Não cheguei a fazer o CRM.” (EO5)	
	“A parte do CRM seria importante todos terem.” (EO6)	
Fadiga	“Houve falta de formação em termos de CRM e segurança de voo.” (EO7)	5
	“Houve períodos de stress quando algo não correu bem, existiu uma maior carga de trabalho na fase da aterragem e descolagem.” (EO4)	
	“Ao nível das comunicações houve alturas um pouco stressantes, com o CA, EITA e mesmo com o pessoal do GIPS. [...] muitas comunicações a ocorrer ao mesmo tempo.” (EO5)	
	“[...] tivemos uma falha de motor e isso gera stress [...] .” (EO6)	
	“[...] induz stress porque temos de decidir rapidamente.” (EO7)	
Interface sistema-homem	“Negativamente, os momentos de stress foram muitos [...]. Se evoluir-mos para um sistema mais simples, pois agora é um sistema complicómetro, será melhor para nós, reduzirá o stress.” (EO9)	8
	“Mas com o passar do tempo começamos a perder mais o controlo [...]. As pessoas ficam pouco tolerantes para aquilo que seria desejável [...] . Mas por ter sido numa situação em fadiga, ter sido levada de uma forma mais extremada, na minha perceção. Nos primeiros dias recupera-se bem, mas depois com a intensidade, depois de estar 8 a 9 horas por dia numa sala, estar exposto	

Interface sistema-homem	a esta rotina [...] acaba por provocar algum cansaço / fadiga.O facto da fadiga e andarmos mais cansados, afeta a tomada de decisão e o desempenho.” (EO1)	5
	“Ao nível dos períodos de descanso, tínhamos aquela tabela de média de horas e claramente não foi um período fácil para lá estar [...] acho que não há problema nenhum operar 2 semanas a 1 mês, dias seguidos, se calhar num regime menos exigente ao nível do horário e de descanso, cumprindo as 2 horas de operação mais 6 horas de tarefas diárias.” (EO3)	
	“[...] Estar no serviço disponível 10 horas por dia, 7 dias por semana, durante 2 ou 3 semanas é desgastante. [...] O tempo de descanso deveria ter sido cumprido, ou seja, 1 dia de descanso fora do local de operação em cada 4 ou 5 dias de operação.” (EO4)	
	“Não senti a necessidade de haver 1 dia de descanso nas 2 semanas seguidas, sendo que os últimos 4 dias foram mais cansativos.” (EO5)	
	“Mas a carga horária leva a cansaço, passado lá o primeiro fim de semana a trabalhar provoca cansaço mental, um desgaste grande que a semana seguinte parece que demora mais a passar.” (EO6)	
Monitorizaçã dos dados UAS	“ Por exemplo, nós termos de aceder a outros tipos de aplicações como o Remina, o <i>Tracker software</i> e outros, que poderiam estar concentrados numa janela só. Tínhamos de minimizar e maximizar janelas.” (EO1)	3
	“Uma das situações que me lembro foi alterar a posição de 2 janelas relativas aos <i>links</i> e na operação seguinte o operador por erro ou memória visual desligou o <i>link</i> errado. E depois como a empresa tinha ligado os links não permitia voltar a ligar da posição do operador, ou seja, não foi pensada esta situação ao nível da arquitetura do sistema de <i>links</i> [...]” (EO4)	
	“A plataforma tem muitas nuances, até a própria pessoa que tenha mais experiência é surpreendida com diversas situações novas derivadas à própria construção do sistema. Por exemplo, ao fazer inadvertidamente o disconnect de uma antena podemos perder a ligação com o UAV, porque as janelas são similares, apesar de terem um IP diferente. O sistema deveria de ser mais robusto, não tão dependente de quem conhece mais a arquitetura dos <i>links</i> , GCS, da comunicação Ogassa PC com GCS e os softwares associados.” (EO5)	
	“[...] as janelas do operador são configuráveis, às vezes mexiam nas janelas que não deviam e nem toda a gente estava a monitorizar os valores que deveria.” (EO6)	
	“[...] é muito fácil alguém mudar as janelas de <i>link</i> que são muito parecidas. Se trocarmos a ordem delas podemos fechar uma que não queremos, isso aconteceu. Fechei uma janela indevidamente. Por outro lado, o <i>link</i> de Trevim só dava para ligar nas eólicas.” (EO8)	
Carga mental de trabalho	“[...] 1 h e meia ou 2h consegue-se estar a olhar para o ecrã com a concentração necessária. Não quer dizer que não se consiga operar mais do que isso, mas tem de haver um descanso antes disso” (EO1)	2
	“[...] é bom que o operador esteja em condições para o fazer, o que não será o caso após operar 2 horas seguidas o UAS.” (EO3)	
	“[...] a atenção / concentração na 2ª hora não é a mesma que na 1ª hora na mesma função. Há redução na atenção da 1ª para a 2ª hora na mesma função.” (EO9)	
	“[...] existiu uma maior carga de trabalho na fase da aterragem e descolagem.” (EO4)	
	“[...] a descolagem, tens muita coisa a fazer, tens a <i>checklist</i> e muita informação.” (EO8)	

Tabela 15 – Quadro síntese dos FH que influenciaram negativamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio organizacional.

Categoria	Unidade de Registo	n
Procedimentos	“[...] o número de vezes que as <i>checklists</i> são alteradas [...] o próprio fabricante da aeronave que ainda não tem o produto terminado, o qual deveria estar num estado mais estável.” (EO1)	8
	“[...] mesmo os procedimentos de emergência também mudaram [...] por ser um sistema que está a operar há pouco tempo e que sofreu alterações significativas ao nível da aeronave e sistemas por parte do fabricante, bem como as alterações provocadas pelo ambiente operacional, levou a uma mudança de procedimentos /método de trabalho.” (EO2)	
	“Achei que as <i>checklists</i> de operação deveriam ser estáveis, contudo, todos os dias sofriam alterações, pelo menos no início da missão [...] o que provocava atrasos na execução das <i>checklists</i> e possíveis erros.” (EO3)	
	“ O pessoal tinha um procedimento, depois saia para o descanso em casa e quando voltava tinha um procedimento pelo menos ligeiramente diferente. [...] estarmos constantemente a alterar os checklists de verificação.” (EO4)	



O operador de UAS (*Unmanned Aircraft System*) no contexto militar: Desafios e oportunidades no atual ambiente operacional

Organização temporal do trabalho		“O sistema [...] não é muito simples, não há procedimentos standard [...] estarem sempre a ser alterados [...] levou a inúmeras alterações da <i>checklist</i> .” (EO5)
		“A empresa perguntou-nos como deveria proceder no voo de teste do motor, quando a empresa deveria ter o procedimento elaborado de como fazer um voo de teste [...]” (EO7)
		“O facto do sistema da GCS estar sempre a ser alterado por parte do fabricante, que obrigava a desenvolver uma adaptabilidade mais elevada, isto é, novos procedimentos e nova informação.” (EO8)
		“A aposta na atualização de <i>checklists</i> também reduzem muito o erro. Contudo, alterar muito as versões é um fator de dificuldade.” (EO9)
	8	“Deveria haver algo como o tempo [...] máximo de dias que deveríamos estar naquele meio.” (EO1)
		“[...] a coisa que foi menos conseguida teve haver com a rendição das equipas ser ao domingo, porque o que acabou por acontecer nós trabalhávamos 7 dias e acabávamos por perder um fim de semana completo e tínhamos de trabalhar logo na segunda feira da semana seguinte na nossa Unidade de origem.” (EO2)
		“Comíamos à pressa, com o telemóvel / rádio ao lado, no sentido de render quem operava e porque estavam poucos elementos na torre” (EO3)
		“[...] não excedíamos o <i>duty time</i> máximo [...] mas o tempo de descanso deveria ter sido cumprido, ou seja, 1 dia de descanso fora do local de operação em cada 4 ou 5 dias de operação.” (EO4)
	1	“Deveria de haver turnos durante a operação para permitir almoço e um pequeno descanso, sair daquele ambiente.” (EO5)
		“Como aspeto negativo, realço as longas horas de trabalho diárias, apesar das horas de operação não serem muito extensas. E o período de missão também longo. [...] Havendo mais pessoal poderíamos coordenar melhor as refeições” (EO6)
		“O homem de linha, <i>Safety</i> e mecânico de linha, estão o dia todo na pista, o que não faz sentido. [...] a rotatividade entre IP e Operador de sistemas [...] não deverá ocorrer sem um período de descanso ao meio. [...] Estive envolvido numa missão de 15 dias consecutivos, com uma média de 10 horas diárias sem nenhum dia de descanso fora do ambiente da missão, o que a meu ver não é produtivo.” (EO7)
		“O horário em si foi puxado, de 2ªf a domingo, 7 dias por semana sem descanso definido, não havia um dia para descansar. Se fosse preciso estaríamos a voar 15 dias seguidos, se não houvesse problemas com o equipamento/limitações meteorológicas.” (EO8)
Escassez de recursos humanos		“Em termos da parte das comunicação com o CRC e com as entidades externas também gerava um pouco de confusão. Porque ele estava preocupado com a operação e não com as comunicações. Não estando lá outro elemento só para fazer esse trabalho (comunicações), era sempre o MC ou o operador de sistemas que fazia essa parte, isto é, teriam de largar as suas funções principais. Não estou a falar das comunicações principais de voo, uma vez que estas eram feitas pelo IP.” (EO6)

Tabela 16 – Quadro síntese dos FH que influenciaram negativamente o desempenho dos operadores de UAS no domínio físico.

Categoria	Unidade de Registo	n
Postura no trabalho	“[...] uma cadeira ou outra que não eram muito confortáveis.” (EO1)	4
	“Na torre ao nível de cadeiras tivemos de nos desenrascar com o que havia [...] A postura não era a mais benéfica.” (EO2)	
	“[...] as cadeiras, eram velhas, desconjuntadas.” (EO6)	
	“As cadeiras não eram boas e as secretárias eram muito altas.” (EO7)	
Fatores ambientais	“Estava muito calor na Lousã, mas dos militares que mais se queixaram foi o <i>External Pilot</i> derivado ao calor que fazia na pista.” (EO3)	4
	“ <i>Safety</i> sofria mais porque as condições da viatura de apoio não tinha a capacidade para arrefecer nos dias mais quentes.” (EO6)	
	“O homem de linha, <i>Safety</i> e mecânico de linha [...] Quando a aeronave está a mais de 1 hora do aeródromo poderiam estar resguardados, numa área mais confortável.” (EO7)	
	“Quem sofria muito era o <i>Safety</i> e o mecânico de linha porque em dias de calor a carrinha que se encontrava junto à pista ficava abafado.” (EO8)	
Design do local de trabalho	“O espaço podia ser mais amplo, porque estavam lá muitas pessoas na torre.” (EO1)	3
	“Não tínhamos uma sala de briefing, o briefing era feito num canto da sala de operação com o pessoal sentado onde podia. A sala era pequena, [...] . Ao início havia material do GIPS, depois foi retirado o que nos deu mais espaço.” (EO6)	

“[...] o ruído na sala de operação devido à UPS.” (EO7)

Tabela 17 – Oportunidades de melhoria/categoria “Organização temporal do trabalho” apresentadas pelos operadores da FA.

Categoria	Subcategoria	Unidade de registo	n
Organização temporal do trabalho	Rotação de pessoal durante a operação	“Provavelmente com 6 elementos daria para fazer a rotação de 1 elemento para descansar.” (EO1)	5
		“Deveria de haver turnos durante a operação para permitir almoço e um pequeno descanso, sair daquele ambiente [...] com equipas diferentes e por turnos (uns operam de manhã, outros à tarde e outros à noite) [...]” (EO5)	
		“Mais pessoal de operação para permitir uma maior facilidade para o pessoal rodar e fazer as refeições a tempo e hora, e não apenas alguns [...]. Ter um elemento extra, que esteja de “folga” de operação (IP, Sistema e MC) que desse o apoio, quer seja de comunicações, relatórios, equipamentos informáticos.” (EO6)	
		“Ter mais pessoal formado em <i>Safety</i> que possa fazer uma rotação mais periódica.” (EO6)	
	Limite de horas de operação e pausa para descansar / tomar refeições	“Com as pessoas que temos agora era complicado, com 2 equipas funcionaria melhor num sistema de rotação que permitisse o descanso / folga, por exemplo mais 2 pessoas fora.” (EO8)	10
		“Definição de tempos de operação [...]” (EO1)	
		“[...] pausa para ir comer, bem como sair do local da missão que é um local exigente de concentração.” (EO1)	
		“[...] 1 hora e meia ou 2h consegue-se estar a olhar para o ecrã com a concentração necessária. Não quer dizer que não se consiga operar mais do que isso, mas tem de haver um descanso antes disso, por exemplo um mínimo de 1 h antes de retomar a operação.” (EO1)	
	Limite de dias em missão e pausa para descanso fora do local de operações	“[...] num regime menos exigente ao nível do horário e de descanso.” (EO3)	5
		“[...] após operar 2 horas seguidas o UAS [...] poderia fazer outras coisas, mas que não comprometa a segurança de voo / execução da missão. [...]. Vou dar o exemplo dos Belgas, eles não operam mais de 2 horas seguidas por dia ou 3 horas alternadas por dia. Ou seja, um IP voa 2 horas seguidas e não faz mais nada a seguir, mesmo ao nível da operação da Gimbal, [...]. Poderia fazer outras coisas, mas que não comprometa a segurança de voo / execução da missão.” (EO3)	
		“Só a meio da missão é que pudemos começar a ter refeição de almoço [...] Foi um ponto muito positivo por ter mais uma refeição por dia, [...] o que permitiu ter mais concentração durante a operação.” (EO3)	
		“A gestão do esforço da equipa deverá permitir tempos de descanso para não levar com uma operação tão intensa.” (EO4)	
	Rendição de elementos entre missões	“Estabelecer horários máximos de operação [...]. As horas de trabalho diário podem diminuir.” (EO6)	1
		“Isto com um tempo na posição no máximo de 2 horas.” (EO7)	
		“[...] a rotatividade entre IP e Operador de sistemas, o que não deverá ocorrer sem um período de descanso ao meio, no mínimo uns 45 minutos.” (EO7)	
		“[...] deveria haver um limite por dias.” (EO1)	
	Rendição de elementos entre missões	“[...] tempo de descanso deveria ter sido cumprido, 1 dia de descanso fora do local de operação em cada 4 ou 5 dias de operação.” (EO4)	5
		“Estabelecer [...] dias de trabalho com 1 dia de descanso semanal, de preferência fora do local de operação.” (EO6)	
		“O período de empenhamento dos militares deverá ser acompanhado do devido descanso, [...] de acordo com o RFA 500-2 ou então de acordo com o manual de procedimentos operacionais (civil).” (EO7)	
		“[...] 15 dias seguidos é muito, devia haver uma folga no meio.” (EO9)	
	Rendição de elementos entre missões	“Sugiro fazermos a rendição à 2ªf, em que o elemento que fosse render permanecia nesse dia para ver o que estava a acontecer e a equipa saía na 2ªf à noite.” (EO2).	1



Tabela 18 – Oportunidades de melhoria/categoria “Treino e qualificações” apresentadas pelos operadores da FA.

Categoria	Subcategoria	Unidade de registo	n
Treino e qualificações	Treino regular	“Quanto mais as pessoas estiverem habituadas, treino, menor será o <i>stress</i> em determinadas situações da operação.” (EO2)	6
		“Se conseguirmos melhorar o treino [...]” (EO4)	
		“Treino mais frequente e operar / simular com mais regularidade” (EO5)	
		“Haver mais treino [...]” (EO6)	
		“Treino de proficiência [...]” (EO7)	
Treino e qualificações	Treino em contexto similar ao das missões	“Haver ações de refrescamento, termos tempo de qualificação. E voarmos nem que seja 1 vez por mês, não estou a falar no simulador, não é igual. É importante saber que temos uma aeronave e sentir o stress de estar a operar.” (EO8)	2
		“Mais treino nas condições mais próximas possíveis às de operação. Se treinares em terra estás mais apto para operar em terra.” (EO1)	
		“[...] fazer o treino antes do destacamento, de preferência nos seguintes moldes: todos os operadores presentes; e ser efetuado durante 1 mês na Ota antes do início da missão. [...] seria como começar a missão mais cedo, dadas as circunstâncias de termos adidos.” (EO9)	
		“Para retirar o produto operacional temos que estar bem treinados na operação dos sensores.” (EO4)	
Treino e qualificações	Treino específico	“[...] a parte das comunicações é muito relevante e deveria ser sempre mantida a nível de treino.” (EO1)	2
	Normalização da manutenção de qualificações	“[...] é importante existir um documento de manutenção de qualificações e que este seja cumprido.” (EO2)	2
		“[...] não existir uma estrutura montada e procedimentos estabelecidos para a manutenção das qualificações do pessoal.” (EO4)	

Tabela 19 – Oportunidades de melhoria/categoria “Interface sistema-homem” apresentadas pelos operadores da FA.

Categoria	Subcategoria	Unidade de registo	n
Interface sistema-homem	Disposição/número de janelas nos monitores	“Deveria estar tudo concentrado numa janela só com a informação. Máximo de informação com o mínimo de movimentos, quer com o rato quer o teclado, ao nível de minimizar e maximizar janelas. [...] Tem existido um esforço para ser <i>user friendly</i> , mas ainda dá para melhorar.” (EO1)	4
		“[...] o fabricante do sistema UAS deveria de melhorar os procedimentos, disponibilização de informação, informação coerente e não dispersa por diversos sítios (e.g., a velocidade está dispersa em 2 sítios) [...] Haver um critério de colocação / arrumação da informação nos monitores, uma vez que isto é uma questão de software. A informação disponibilizada ao operador deveria ser arrumada de forma a ter toda a informação necessária para determinadas situações, por exemplo navegação, motor, etc.” (EO5)	
		“[...] menos janelas e com o aviso de quais as janelas e distribuição das mesmas, e com a diminuição do número de janelas a monitorizar, sobretudo na parte dos links.” (EO6)	
		“[...] é muito fácil alguém mudar as janelas de <i>link</i> que são muito parecidas. Se trocarmos a ordem delas podemos fechar uma que não queremos [...] O padrão é muito importante, não invalida o estarmos com atenção.” (EO8)	
		“[...] da posição do operador reconectar os links, [...] ao nível da arquitetura do sistema de links, [...] .” (EO4)	
Interface sistema-homem	Arquitetura do sistema	“O sistema tem muitos pormenores. Quem é mais experiente tem maior facilidade de fazer o troubleshooting. Ter um sistema mais estável, logo menos flexível, o que é bom e mau. O fabricante do sistema UAS deveria de beber um pouco a informação na aeronáutica civil, um pouco mais de cultura aeronáutica.” (EO5)	3
		“Era bom haver um sistema pronto e final” (EO8)	

Tabela 20 – Oportunidades de melhoria/categoria “Formação” apresentadas pelos operadores da FA.

Categoria	Unidade de registo	n
Formação	“[...] para operador de UAS e o MC, fazer o curso CRC (Centro de Relato e Controlo) Há muitos cursos interessantes: os navegadores têm “padrões de buscas” (EO3)	4
	“Haver mais [...] formação e aprofundar os conhecimentos da estrutura do sistema aéreo, saber como funcionam as comunicações, o C2, etc.” (EO6)	
	“A parte do CRM seria importante todos terem.” (EO6)	
	“Formação aeronáutica / procedimentos operacionais, <i>Safety</i> [...].” (EO7)	

Tabela 21 – Oportunidades de melhoria/categoria “Recursos humanos” apresentadas pelos operadores da FA.

Categoria	Subcategoria	Unidade de registo	n
Recursos humanos	Augmentees	“[...] A chefia e de quem é chefiado tem que haver uma complementaridade das funções para atingir os objetivos. [...] Eu dou por mim a desempenhar uma função extra em acumulação, dos UAS, em que no meu ver traz prestígio à minha instituição, mas em vez da instituição apoiar o desempenho dessa função tentam limitá-la, nomeadamente as chefias da Unidade de colocação que veem os objetivos deles na Unidade não ficarem assegurados pela ausência do militar.” (EO2)	2
		“Não concordo com esta situação de adidos em que se juntam pessoas para fazer uma operação delicada. Esta situação deveria ser resolvida rapidamente, isto porque é bom conhecer os elementos da equipa, [...] conhecer os pontos positivos e negativos, para trabalharmos bem nesta equipa e isso nota-se especialmente a partir do terceiro dia após a rotação de pessoal, em que as dificuldades que existem começam a desvanecer-se, a equipa começa a ficar mais oleada. [...] Colocar as pessoas a trabalhar a tempo inteiro nos UAS.” (EO9)	
		Formar equipa de apoio às operações	
		“ A inclusão de pessoal ligado à área de gestão de tráfego aéreo na equipa poderá ser uma mais valia, por exemplo OPCART, OPRDET, Técnico de rádio, que estejam ligados aos equipamentos que lá temos. Pessoal ligado à informática também poderá ser uma mais valia.” (EO6)	

Tabela 22 - Oportunidades de melhoria/categoria “Liderança” apresentadas pelos operadores da FA.

Categoria	Subcategoria	Unidade de registo	n
Liderança	Motivação	“O reconhecimento é muito importante e ajuda as pessoas a motivarem-se.” (EO8)	2
		“Se o chefe proporcionar bom ambiente e camaradagem, o destacamento custa menos a passar por todos [...] através dos briefings, discursos construtivos e dando o Exemplo.” (EO9)	